

Ano, v Radiovém konstruktéru se dostávají ke slovu rozhlasové přijímače třetí generace. Proč právě třetí generace? Je to paralela k názvosloví výpočetní techniky – počítače první generace byly konstruovány s elektronkami, počítače druhé generace s tranzistory a třetí generace s integrovanými obvody. Pro naše potřeby jsou však pojmy první, druhá a třetí generace poněkud pozměněny – tranzistorové rozhlasové, přijímače první generace jsou všechny ty přijímače, s nimiž většina radioamatérů (i profesionálů) začínala a

nými přepínacími prvky. Náš trh řešení této otázky usnadní do té míry, že poskytne konstruktéru jen velmi málo konstrukčních součástí tohoto druhu. Nejvhodnější a současně nejelegantnější zařízení k přepínání pásem – tlačítkový přepínač vhodné velikosti – zůstává zatím pro valnou většinu zájemců pouze snem.

Pouze mimochodem je třeba zmínit se o největší bolesti všech amatérských (a nejen amatérských) konstrukcí: o nedostatku vhodných součástí. Při návrhu jakýchkoli zařízení je třeba vždy vychá-

# TŘETÍ GENERACE

snad dosud začíná – reflexní, přímozesilující a další podobné typy; přijímače druhé generace jsou přijímači pokročilých, jsou to obvykle jednoduché superhety nejružnější koncepce pro příjem na jediném rozsahu rozhlasového vysílání, většinou na středních vlnách nebo na velmi krátkých vlnách. Od těchto přijímačů vede zákonitě cesta ke složitějším přijímačům s více rozsahy – k přijímačům třetí generace.

Při konstrukci těchto přijímačů se již nevystačí pouze s průměrnými znalostmi z radiotechniky, konstruktér „musí mít za sebou“ již i náročnější mechanické práce, musí umět dobře rozvrhnout součástky především vstupních obvodů, které mívají (podle počtu rozsahů) velké množství cívek, musí si umět poradit s prvky ladicího mechanismu apod. Zanedbatelná není ani otázka, čím jednotlivé rozsahy přepínat – otočným přepínačem, tlačítkovým přepínačem, popř. ji-

zet z toho, co se momentálně dostane v prodejnách; proto se většinou podrobně ve všech stavebních návodech popisuje elektrická stránka zařízení a mechanická se ponechává jaksi stranou. To má několik neblahých důsledků, z nichž jeden je starou bolestí – velmi často zůstane konstrukce nedohotovena, jen tak „na prkýnku“ a konstruktérova námaha a práce je vynaložena nadarmo – ne každý je schopen dělat si doma tlačítkové přepínače, soustružit knoflíky, vyrábět skleněné doladovací kondenzátory, kostříčky na cívky, vinout transformátory apod. Příímým důsledkem je roztrpčení konstruktéra, vyčítky redakci a autorovi; opakuje-li se podobná situace několikrát, přijde většinou radioamatérská obec ke škodě své i ke škodě národního hospodářství o jednoho svého člena.

Proto je třeba nejdříve zvolit celkovou elektrickou koncepci, vycházet z dostupných součástí, jejichž sortiment se

v poslední době přece jen poněkud ustálil a pak uvážit, jak celý přijímač uspořádat po mechanické stránce.

K tomu, aby se zájemce mohl rozhodnout pro vhodnou koncepci rozhlasového přijímače s více rozsahy, slouží toto číslo RK. Podává celkem podrobný přehled

možným řešením těchto přijímačů na základě rozboru zapojení několika různých přijímačů známých elektronických firem. V druhé části pak autor popisuje konstrukci přijímače pro příjem středních a krátkých vln průměrné složitosti. Mechanické řešení tohoto přijímače odpovídá dnešním zvyklostem a požadavkům.

# VÍCEROZSAHOVÉ PRIJÍMAČE

Ing. Tomáš J. Hyan

Amatérské tranzistorové přijímače jsou pro jednoduchost a snadnější uvedení do chodu zpravidla konstruovány jako jednorozsahové, většinou pouze pro příjem na středních vlnách (SV). V následujících statích budou uvedeny příklady koncepce vstupních částí rozhlasových přijímačů s několika rozsahy, které mají poskytnout čtenáři přehled o způsobu zapojování a posloužit tak jako vodítko při návrhu vlastní koncepce.

U moderních přijímačů osazených polovodiči se stále častěji setkáváme s integrovanými obvody, které zvětšují jejich elektrickou spolehlivost a snižují výrobní náklady. I když u nás není zatím součástková základna tak bohatá jako v zahraničí, poslouží jistě ukázky zapojení těchto přijímačů k získání správné představy o účelnosti a budoucnosti integrovaných obvodů ve spotřební radioelektronice.

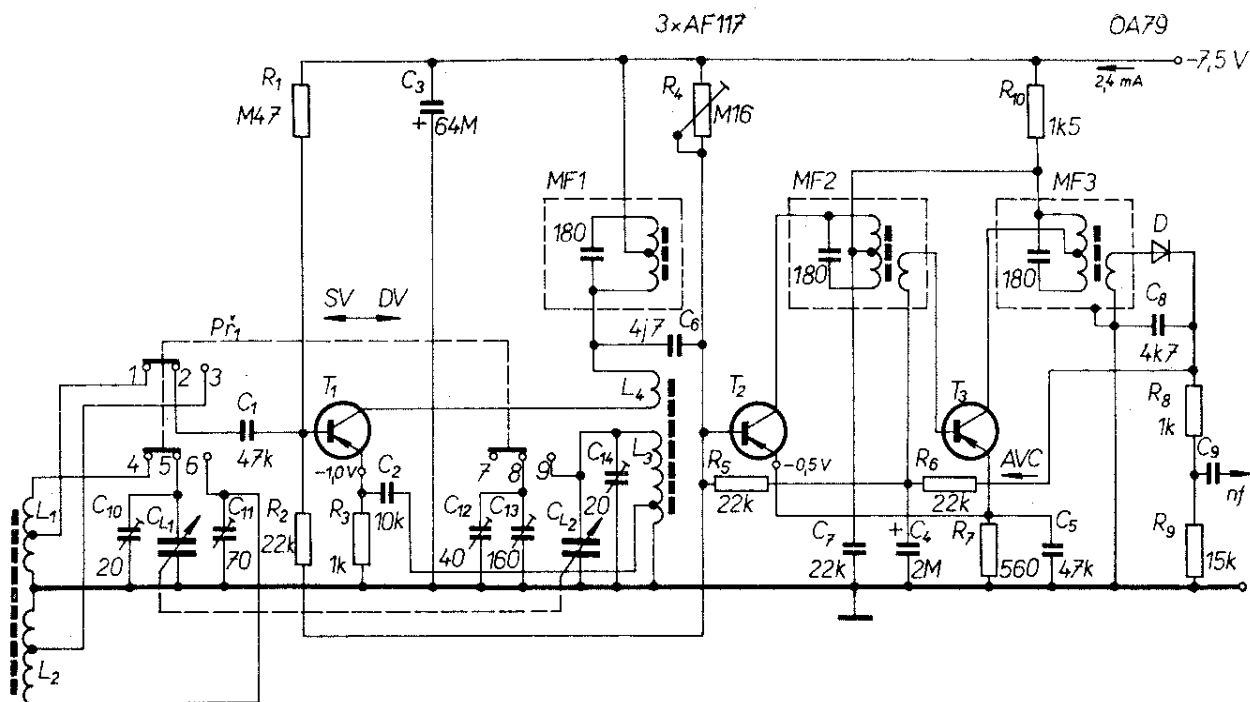
Závěrem jsou popsány některé vtipně řešené konstrukce a doplňkové obvody přijímačů tzv. „lepší“ třídy a konstrukce poměrně jednoduchého dvourozsahového tranzistorového superhetu stolního provedení.

Problematika moderních tranzistorových přijímačů je dnes tak rozsáhlá, že není možné zmínit se v jediném čísle RK o všech částech přijímače a věnovat se

podrobně obvodové technice celého přijímače. Z tohoto důvodu nechť laskavý čtenář přijme s porozuměním, že jsem se věnoval pouze vybraným částem tranzistorového přijímače.

## Dvourozsahové přijímače

Na obr. 1 je zapojení dvourozsahového tranzistorového přijímače – superhetu, a to jeho vf a mf části. Přijímač je určen pro poslech na středních a dlouhých vlnách. Cívka  $L_1$  je středovlnná a místo obvyklé vazební cívky má vyvedenu odbočku (poblíže zemnicího vývodu, asi v jedné desetině počtu závitů), z níž se odebírá vstupní signál, který se pak přivádí přes spojené kontakty 1 a 2 přepínače  $Př_1$  na bázi  $T_1$ . K ladicímu kondenzátoru je cívka připojena spojením kontaktů 4, 5. Dlouhovlnná cívka  $L_2$  má též odbočku, o jejímž umístění platí výše uvedená zásada. Oscilátorová cívka  $L_3$  je společná pro oba rozsahy. Při přepnutí na dlouhovlnný rozsah dochází ke změně oscilátorového kmitočtu připojením paralelního kondenzátoru  $C_{13}$  a trimru  $C_{12}$  k oscilátorovému dílu  $C_{L_2}$  dvojitého ladicího kondenzátoru při spojení kontaktů 8 a 9.



Obr. 1. Zapojení vstupní části dvourozsahového superhetu pro příjem SV a DV

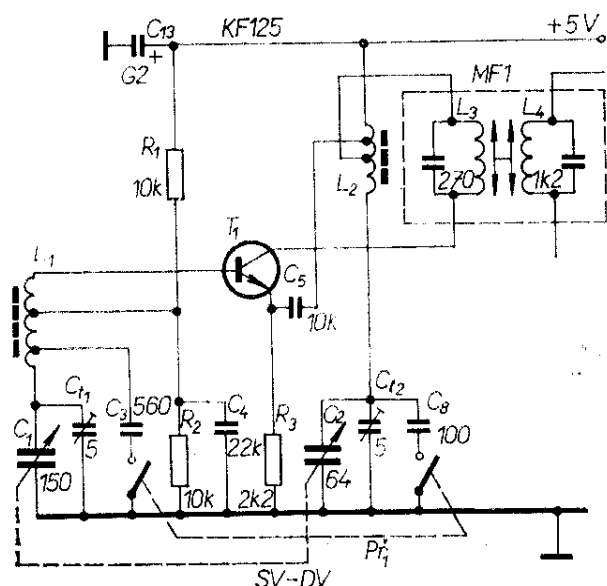
Kondenzátorový trimr  $C_{14}$ , stále připojený paralelně k cívce  $L_3$ , se používá jen pro sladěni na středních vlnách; na dlouhých se vyvažuje (sladuje) oscilátorovým trimrem  $C_{12}$ . Obdobně se u vstupního obvodu používá trimr  $C_{10}$  pro sladěni na středovlnném rozsahu a přidavný kondenzátorový trimr  $C_{11}$  pouze pro dlouhovlnný rozsah.

Přepínač pro zmíněné rozsahy je dvoupolohový (suvný nebo páčkový), trojnásobný. Kontakt 7 tohoto přepínače zůstává nezapojen.

Odpor  $R_2$  děliče bázevého předpětí není uzemněn přímo, je připojen na smyčku AVC ( $R_5$ ,  $R_6$  a  $C_4$ ,  $R_8 + R_9 + C_8$ ). AVC řídí tedy zesílení všech vf tranzistorů.

Další zajímavostí zapojení tohoto dvourozsahového přijímače je, že jeho první mf transformátor nemá vazební vinutí – je vázán na bázi tranzistoru  $T_2$  kondenzátorem  $C_6$  o velmi malé kapacitě (4,7 pF). Napájecí napětí obou mf tranzistorů  $T_2$  a  $T_3$  je filtrováno společným členem RC ( $R_{10}$  a  $C_7$ ); emitory obou tranzistorů mají společný odpor  $R_7$ , blokováno kondenzátorem  $C_5$ . (Pozn.: Uvedené odchylky od obvyklého zapojení nemají žádnou souvislost s tím, že je přijímač dvourozsahový).

U kapesního tranzistorového přijímače naší produkce (TESLA „in 70“) se řeší přepínání rozsahů poněkud jinak. Předně se nepoužívají obvyklé paralelní laděné obvody na vstupu a v obvodu oscilátoru; laděné obvody jsou sériové obvody LC (obr. 2). Vstupní obvod tedy tvoří cívka  $L_1$  spolu s kondenzátorem  $C_1$  a trimrem



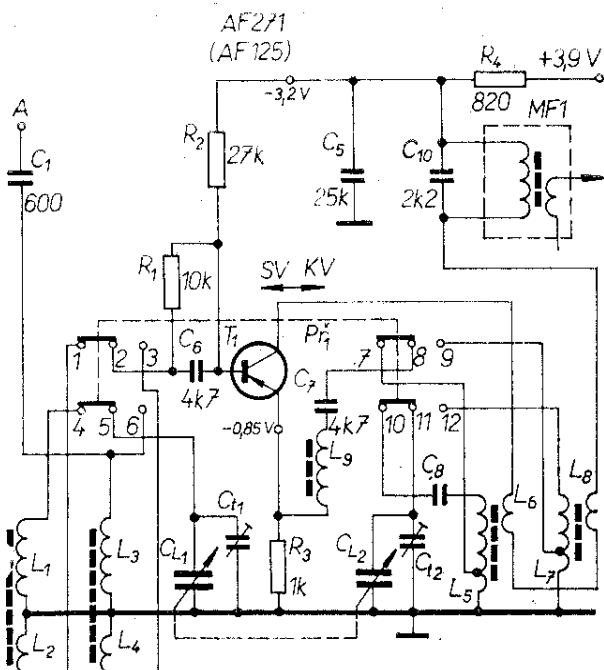
Obr. 2. Vstupní část dvourozsahového přijímače TESLA „in 70“ pro příjem na středních a dlouhých vlnách

$C_{t1}$ , oscilátorový obvod pak cívka  $L_2$  spolu s kondenzátorem  $C_2$  a trimrem  $C_{t2}$ . Trimry  $C_{t1}$  a  $C_{t2}$  slouží k sladění pouze na středovlnném rozsahu. Dlouhovlnný rozsah se volí dvoupólovým přepínačem  $Př_1$ , jímž se paralelně k ladicímu vstupnímu kondenzátoru  $C_1$  připojí kondenzátor  $C_3$  a paralelně k ladicímu oscilátorovému kondenzátoru  $C_2$  kondenzátor  $C_8$ . Tím se změní rezonanční kmitočet obou laděných obvodů tak, že vyhovuje pro příjem na dlouhých vlnách. Vzhledem k naznačené koncepci se vystačí s dvoupólovým přepínačem pro dva rozsahy – středovlnný a dlouhovlnný.

Na obr. 3 je zapojení dvourozsahového přijímače PIKNIK (Jugoslávie), určeného pro příjem na středních a krátkých vlnách (SV – 520 až 1 625 kHz, KV – 5,8 až 13 MHz). Tranzistor  $T_1$  pracuje jako aditivní kmitající směšovač. Vstupní obvod pro SV tvoří cívka  $L_1$  s vazební cívkou  $L_2$ , navinuté na feritovém trámečku, pro KV pak cívka  $L_3$  s vazební  $L_4$  (na samostatné kostřičce o  $\varnothing$  8 mm) spolu s ladicím kondenzátorem  $C_{L1}$  a trimrem  $C_{t1}$ . Vazební vinutí se přepíná kontakty 1, 2 a 3 přepínače  $Př_1$ , laděné vinutí vstupu kontakty 4, 5 a 6. Cívka oscilátoru

pro SV je označena  $L_5$ , zpětnovazební  $L_6$ , pro KV jsou to  $L_7$  a zpětnovazební  $L_8$ . Doladovací trimry  $C_{t1}$  a  $C_{t2}$  slouží opět jen pro středovlnný rozsah. Emitor tranzistoru  $T_1$  je navázán na odbočky oscilátorových cívek přes tlumivku  $L_9$ , oddělovací kondenzátor  $C_7$  a kontakty 7, 8 a 9. Zpětnovazební kolektorová vinutí  $L_6$  a  $L_8$  jsou pro oba vlnové rozsahy zapojena v sérii, aniž by tento způsob měl podstatný vliv na jakost příjmu (ušetří se tak jedna trojice kontaktů přepínače). Cívka  $L_9$  je kompenzační tlumivka, která vyrovnává průběh napětí oscilátoru po celém laděném rozsahu, čímž se dosahuje přibližně stejné citlivosti po celém vlnovém pásmu. Takto zapojený kmitající směšovač má tu výhodu, že pracuje uspokojivě i při malém napájecím napětí (přijímač je napájen plochou baterií – 4,5 V). Oscilátorový kondenzátor  $C_{L2}$  se připojuje ke středovlnné cívce  $L_5$  nebo ke krátkovlnné cívce  $L_7$  kontakty 10, 11 a 12. (Na obrázku je přepínač kreslen v poloze SV).

Odpor  $R_1$  (odpor pro předpětí báze tranzistoru  $T_1$ ) je uzemněn přes vazební cívku  $L_2$  nebo  $L_4$  právě zvoleného rozsahu. Napájecí napětí pro vstupní tranzistor  $T_1$  je filtrováno členem RC ( $R_4$  a  $C_5$ ). K přepínání vlnových rozsahů slouží suvný čtyřnásobný přepínač  $Př_1$  ( $4 \times 3$  kontakty).

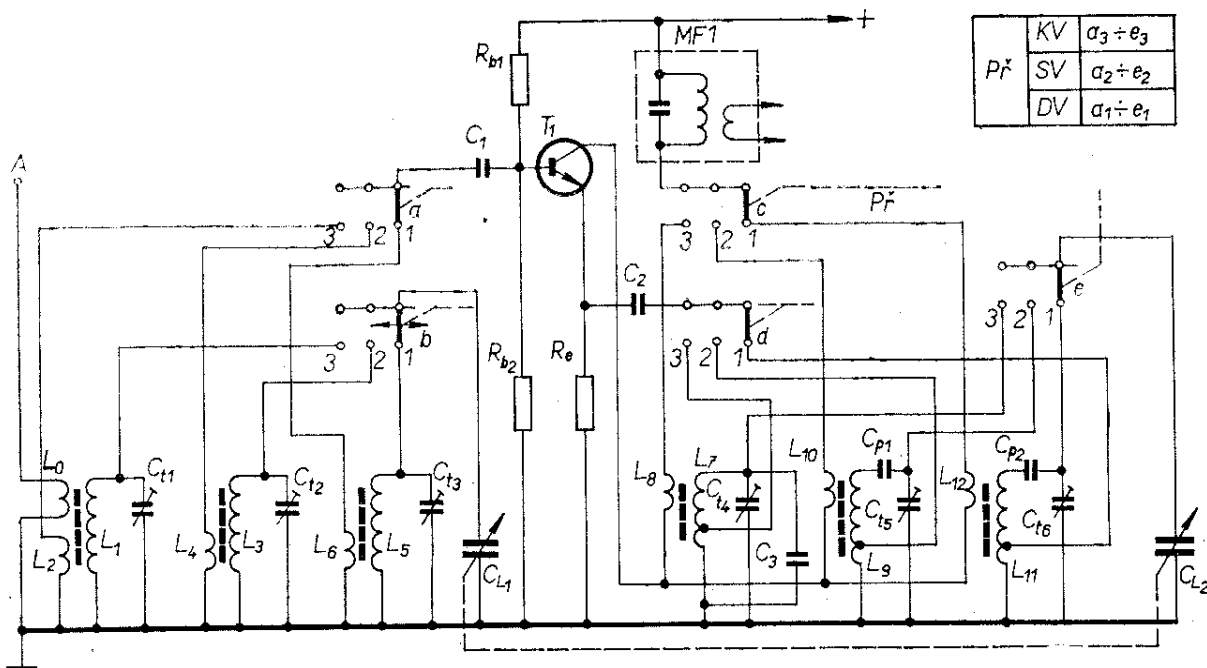


Obr. 3. Vstupní část dvourozsahového tranzistorového přijímače PIKNIK pro příjem na SV a KV

### Tří- a vícerozsahové přijímače

Obecné zapojení vstupní části rozhlasového přijímače se třemi rozsahy je na obr. 4.

U třírozsahových a vícerozsahových přijímačů nebývá krátkovlnná vstupní cívka na feritové anténní tyčce, ale na samostatné kostřičce. Na feritové tyčce je umístěna na jednom konci cívka středovlnná, na druhém konci dlouhovlnná. (Společné umístění cívek všech tří pásem na jedné tyčce v daném zapojení není běžné, neboť by docházelo k nežádánému vzájemnému ovlivnění). Z toho důvodu je nutno při příjmu KV používat vnější anténu (připojuje se do zdířky A). Získaný vf signál se přes tzv. anténní ne laděné vinutí  $L_0$  převádí indukční vazbou na laděnou vstupní cívku  $L_1$ . Vazební vinutí cívky je označeno  $L_3$ . Pro pásmo středních vln je laděno vinutí  $L_3$ , vazební



Obr. 4. Obecné zapojení vstupní části vícerozsahového přijímače s kmitajícím směšovačem

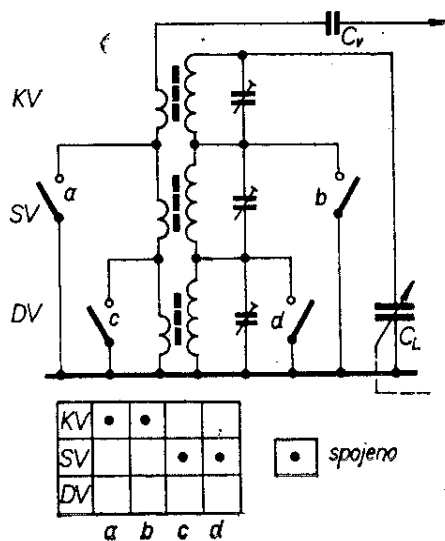
je  $L_4$ , pro dlouhovlnné pásmo je laděno vinutí  $L_5$  a vazební vinutí je  $L_6$ . Všechna laděná vinutí vstupní části mají paralelně připojené doladovací kondenzátorové trimry  $C_{t1}$  až  $C_{t3}$ ; indukčnost cívek lze v určitých mezích ( $\pm 15\%$ ) doladit buď ferocartovým jádrem (KV), nebo změnou polohy na feritové tyčce (SV a DV).

Vazební vinutí cívek oscilátorové části  $L_8$ ,  $L_{10}$  a  $L_{12}$  daných vlnových pásem jsou připojována ke kolektoru  $T_1$ , laděná vinutí  $L_7$ ,  $L_9$ ,  $L_{11}$  jsou připojena svou odbočkou přes kontakty  $d_1$  až  $d_3$  a kondenzátor  $C_2$  k emitoru  $T_1$ . Všechny oscilátorové cívky jsou navinuty na samostatných kostičkách se šroubovacími (doladovacími) ferocartovými nebo feritovými jádry. (V některých případech jsou oscilátorové cívky v stínících krytech, např. v zapojení na obr. 8). Požadovaný rozsah se volí třípolohovým pětinasobným otočným přepínačem  $P_1$ , jehož části (1 až 3 odpovídají pásmu DV, SV a KV) jsou vzájemně mechanicky spřaženy.

Ze zapojení vyplývá, že cívky jsou řazeny paralelně, přičemž přepínačem jsou připojena k aktivnímu prvku vždy jen vinutí zvoleného rozsahu. Takovým způsobem lze pochopitelně přepínat libovolný počet rozsahů. V některých zapojeních se setkáváme se sériovým řazením cívek (obr. 5); v takových případech je

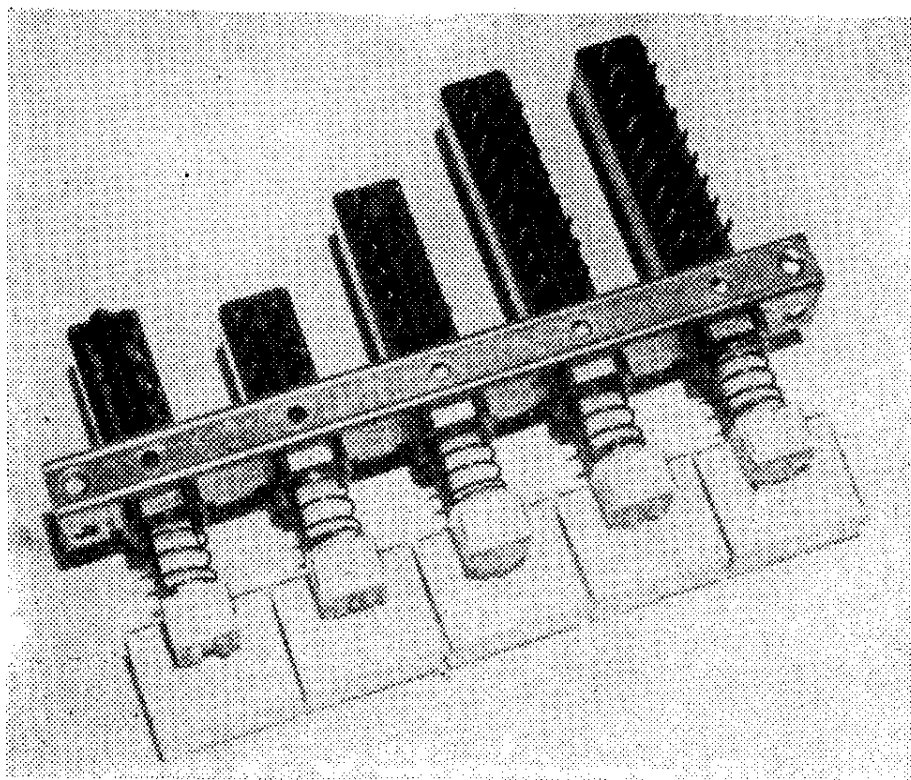
zapotřebí k přepínání vícepólový přepínač, který zkratuje vždy cívky předcházejícího kmitočtově nižšího vlnového rozsahu.

V moderních přijímačích se používá většinou paralelní řazení cívek; cívky lze pak poměrně snadno přepínat tlačítkovými přepínači (obr. 6), popřípadě tzv. karusely. (Karusel je otočný přepínač, kombinovaný s vestavěnými nosnými deskami cívek jednotlivých rozsahů. Při každém pootočení hřídele karuselu změni



Obr. 5. Sériové zapojení vinutí vstupních cívek třírozsahového přijímače

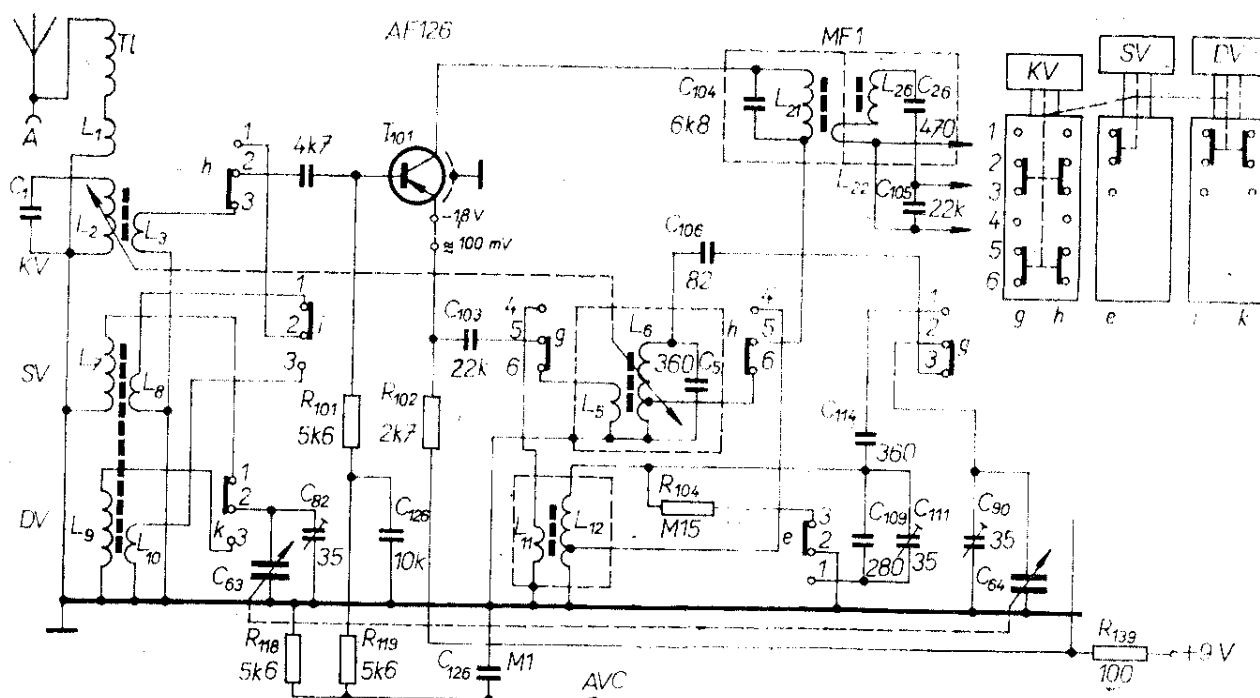
**Obr. 6. Tlačítkové vícepólové přepínače; tlačítka vlnových rozsahů jsou mechanicky spřažena tak, že může být stlačeno vždy jen jedno (s výhradou tlačítka pro zapínání přijímače a případné tónové clony)**



se poloha jeho rotoru tak, že ve styku s vývody jsou přírodní kontakty cívek zvoleného vlnového pásma. Rotor karuselu se skládá z většího počtu desek s cívkovými soupravami umístěnými tak, že jsou

jejich přírodní kontakty na obvodu rotoru; jako karusel jsou konstruovány např. televizní voliče kanálů.

Na obr. 7 (2. strana obálky) je vícerozsahový přijímač firmy Siemens, u něhož



**Obr. 8. Zapojení vstupní části přijímače SIEMENS TURF DE LUXE RK 23. (Vstupní část VKV pro lepší přehlednost vypuštěna)**

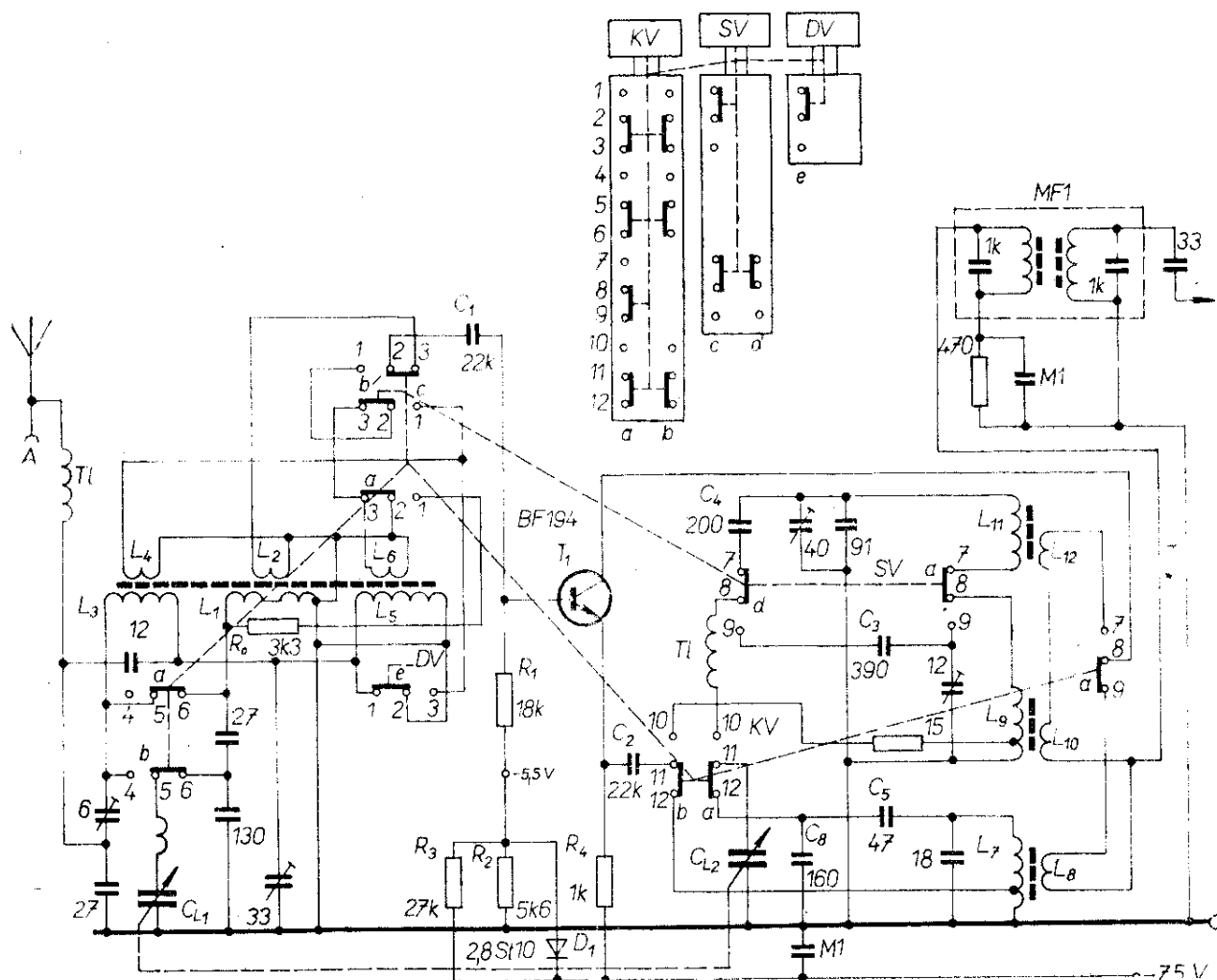
se požadovaný vlnový rozsah volí šestitlačítkovým přepínačem. Zapojení vstupní části podobného přijímače je na obr. 8 (pro lepší přehlednost jsou vynechány obvody VKV). Přijímač (TURF DE LUXE RK 23) je laděn na středních a dlouhých vlnách dvojitým kondenzátorem  $C_{63}$  a  $C_{64}$ , na krátkých pak ferocartovými jádry, tj. změnou indukčnosti cívek  $L_2$  (vstupní) a  $L_6$  (oscilátorová). Ladění se však ovládá jedním knoflíkem, z čehož vyplývá, že pohybové ústrojí jader cívek je mechanicky (lankovým převodem) spřaženo s pohybovým ústrojím ladicího kondenzátoru.

Ve stupni části se pro tři vlnové rozsahy používají tři laděné cívky, řazené paralelně (vinutí  $L_2 + L_3$  pro KV,  $L_7 + L_8$  pro SV a  $L_9 + L_{10}$  pro DV). Naproti tomu v oscilátorové části jsou použity pouze dvě cívky (vinutí  $L_5 + L_6$  pro KV a  $L_{11} + L_{12}$

pro SV a DV), přičemž laděné vinutí středovlnné cívky oscilátoru  $L_{13}$  slouží též pro rozsah DV (rezonanční kmitočet je snížen připojením paralelního kondenzátoru  $C_{109}$  spolu s trimrem  $C_{111}$  spojenými kontakty  $e_2-e_1$ , pochopitelně po stisknutí tlačítka DV).

Vzhledem k tomu, že vinutí  $L_2$  a  $L_3$  cívky KV jsou umístěna na samostatné kostřičce (a nikoli na feritové tyčce), je nutno přivádět vř signál z výsuvné prutové antény na laděné vinutí  $L_2$  indukční vazbou z cívky  $L_1$ . Anténní vinutí však již nepotřebují laděné obvody SV a DV, neboť jejich cívky jsou na feritovém anténním trámečku.

Další ukázkou zapojení je vstupní část tranzistorového přijímače INGELEN TR 1049, u něhož jsou všechna laděná vinutí na společném trámečku feritové antény (obr. 9). Vzhledem k výše uvedeným dů-

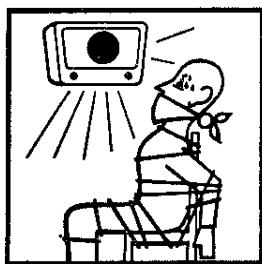


Obr. 9. Zapojení vstupní části třírozsahového kabelkového přijímače INGELEN TR 1049 ( $C_7 = 130 \text{ pF}$ )

vodům je koncepce dosti odchylná od běžného způsobu zapojení. Dá se říci, že feritová anténa s cívkami tří rozdílných vlnových rozsahů ( $L_1$  – KV,  $L_3$  – SV a  $L_5$  – DV) představuje určitou zvláštnost v zapojovací technice vstupní části superhetu. Při zapojeném rozsahu KV je totiž středovlnná cívka  $L_3$  zapojena paralelně ke krátkovlnné  $L_1$  (s děleným dvojitým vinutím pro zlepšení účinnosti). To je výhodné proto, že vlastní rezonance středovlnné cívky spadá kmitočtově přibližně do krátkovlnného rozsahu. Paralelní spojení  $L_3$  a  $L_1$  zvětšuje na rozsahu KV účinnost feritové antény, zatímco při běžném zapojení (při zkratované středovlnné a dlouhovlnné cívce – viz obr. 5) by došlo ke značnému tlumení  $L_1$ .

Na rozsahu středních vln je cívka  $L_1$  zkratována přes odpor  $R_0$ ,  $L_5$  kontakty  $e_{1,2}$ . Na rozsahu dlouhých vln je  $L_3$  spojena s  $L_5$  v sérii, čímž se opět zvětší účinnost feritové antény (protože je na každém jejím konci na tomto rozsahu část laděného vinutí). Dále je umožněn příjem na všech rozsazích vestavěnou prutovou anténou (určena především pro VKV; tyto obvody pro lepší přehlednost nejsou zakresleny) nebo vnější anténou, kterou lze připojit do zdířky  $A$ . (V přívodu k vnější anténě je kompenzační tlumivka  $Tl$ ). Vazební vinutí cívek pro jednotlivé rozsahy jsou  $L_2$  (KV),  $L_4$  (SV) a  $L_6$  (DV). Po volbě žádaného rozsahu spřaženým tlačítkovým přepínačem se odebírá z příslušného vinutí vstupní signál, který přes oddělovací kondenzátor  $C_1$  přichází na bázi kmitajícího směšovače  $T_1$ . Při KV tedy z  $L_2$  ( $L_6$  zkratována,  $L_4$  nezapojena), při SV z  $L_4$  ( $L_2$  a  $L_6$  nezapojeny) a při DV z  $L_6$  ( $L_2$  a  $L_4$  nezapojeny).

Laděná oscilátorová vinutí jsou  $L_7$  (KV),  $L_9$  (SV) a  $L_{11}$  (DV). Souběhový kondenzátor (tzv. padding) pro SV je  $C_3$ , pro DV  $C_4$  a pro KV  $C_5$ . Při příjmu na



krátkých vlnách (přepínač je zakreslen v poloze KV) se převádí signál na mezifrekvenční transformátor MF1 z vazebního vinutí  $L_8$ . Při příjmu středních vln je laděna oscilátorová

cívka  $L_9$ , přičemž mezifrekvenční signál se odebírá ze sériově spojených vazebních vinutí  $L_{10} + L_{12}$ . Po přepnutí na rozsah DV se připojí  $L_9$  do série s vinutím  $L_{11}$ . Ladicím kondenzátorem pro všechny rozsahy je dvojitý souměrný kondenzátor  $C_{L1}$  a  $C_{L2}$  o kapacitě  $2 \times 200$  pF.

Krátkovlnné pásmo tohoto přijímače má poněkud užší rozsah oproti obvyklému (5,95 MHz až 6,2 MHz proti 5,8 až 13 MHz). Je to tzv. „rozprostřené pásmo 49 m“, na němž se vyskytuje většina pro posluchače zajímavých stanic. Toto relativní roztažení daného pásma je způsobeno tím, že (při přepnutí na KV) je k ladicímu kondenzátoru ve vstupním obvodu připojen paralelně kondenzátor  $C_7$ , v oscilátorovém pak kondenzátor  $C_8$ . Tímto zásahem se vlastně zúží přijímané pásmo zmenšením poměru ladění, čímž při daném mechanickém převodu je možno lehce vyhledávat požadované stanice. Ladění je dokonce snazší než na rozsahu SV, vyplývá to z následujícího srovnání:

1. Pásmo SV (zpravidla 510 kHz až 1 620 kHz) má šířku 1 110 kHz. Při daném odstupu kanálů po devíti kHz zaujímá pásmo teoreticky 123 kanálů (stanic).

2. Rozprostřené pásmo KV (5,93 až 6,23 MHz) má šířku 300 kHz. Při odstupu 5 kHz vychází pro toto pásmo 60 kanálů.

Ze srovnání vyplývá, že vyladitelnost na KV je i při menší šířce krátkovlnných kanálů dvojnásobně lepší než na středních vlnách.

Rozprostřené pásmo má další výhodu. Vzhledem k relativně menší změně kapacity získá se příznivější poměr  $L/C$  a tím i lepší průměrná vf citlivost (asi 40  $\mu$ V/m).

Pro nutnou kmitočtovou stabilitu (tzn. pro zabránění nežádaného posuvu vyladěných stanic) je nutné, aby byl oscilátor teplotně a proudově co nejstabilnější. Teplotní stabilita se zajišťuje vhodnou volbou teplotních součinitelů kondenzátorů a cívek. (Např. se volí pevný kondenzátor se záporným teplotním součinitelem a jádro cívky s kladným součinitelem apod.). Proudovou stabilitu zajišťuje stabilizace pracovního bodu tranzistoru  $T_1$  (báze se napájí z děliče  $R_1 + R_2 + R_3$ , používá se emitorový odpor  $R_4$  a dioda  $D_1$  – selenový stabilizátor 2,8St10). Vlivem diody  $D_1$ , zapojené v propustném směru paralelně



k odporu  $R_3$ , zůstává předpětí báze stálé, a to i při značném zmenšení napětí zdroje (suché baterie). (Charakteristiky tranzistoru a tedy jeho kolektorový proud ovlivňuje změna napětí  $U_{CE}$  jen nepatrně, zatímco změna  $U_{BE}$  značně!).

Dalším příkladem vstupního obvodu tranzistorového superhetu s několika rozsahy je zapojení v části přijímače ATLANTA 101 firmy TELEFUNKEN (obr. 10). Přijímač je šesti-rozsahový (rozsah VKV pro kmitočtově modulované vysílání včetně vstupních obvodů a příslušného přepínače není pro lepší přehlednost zakreslen). Zbývajících pět rozsahů AM zahrnuje tato pásma:

KV2 – 7,1 až 15,6 MHz (krátké vlny 41 až 49 m),

KV1 – 5,96 až 6,2 MHz (rozprostřené pásmo 49 m),

SV2 – 1,415 až 1,61 MHz (střední vlny tzv. „evropské pásmo“),

SV1 – 520 až 1 420 kHz (střední vlny, necelé pásmo),

DV – 150 až 280 kHz (dlouhé vlny).

První stupeň je osazen vysokofrekvenčním tranzistorem  $T_1$ , který pracuje jako řízený předzesilovač s vazbou RC ( $R_7 + C_7$ ) na bázi kmitajícího směšovače  $T_2$ . Zapojení má vzhledem k obvyklému zapojení větší citlivost.

Citlivost tohoto přijímače, který patří do kategorie „lepší než střední“, je  $4 \mu V/m$ . Tím je dána možnost značně rozsáhlé volby stanic v nejrůznějších příjmových podmínkách. Ve vstupní části se používá jednak vestavěná feritová anténa pro příjem na středních a dlouhých vlnách, jednak prutová anténa (pro příjem na středních, krátkých a velmi krátkých vlnách) a dále je zde možnost připojení venkovní antény (do zdířky  $A$  – viz schéma).

Anténní vinutí  $L_1 + L_2$  krátkovlnné cívky je pro vř signál uzemněno kondenzátorem  $C_9$ . Vř signál se z prutové antény přivádí přímo na vinutí  $L_1$  (cívka s velkou indukčností), nebo – z vnější antény – přes tlumivku  $Tl$  a oddělovací kondenzátor  $C_0$  na vinutí  $L_2$ . Tím je zajištěno, že kapacita vnější antény se transformuje minimálně do laděného obvodu a že signál na  $L_3$  má při obou druhých antén přibližně stejnou úroveň. Při provozu na SV a DV

představuje anténní vinutí  $L_2$  tlumivku, tlumivka spolu s kondenzátorem  $C_9$  zajišťuje minimální rozladění laděného obvodu  $L_5 C_{17}$ , popřípadě  $L_5 + L_7 + C_{17}$  nedefinovatelnou kapacitou vnější antény. Ačkoli je vř část určena pro pět rozsahů AM, používá se ve vstupní a oscilátorové části pouze po třech cívkách. Nutné změny kmitočtů pro rozestřená pásma SV a KV se dosahuje – beze změn indukčností – paralelními kondenzátory.

Cívky jednotlivých rozsahů mají svá vinutí označena následovně:

Vstupní část:

KV:  $L_1, L_2$  – anténní,  
 $L_3$  – ladící,  
 $L_4$  – vazební;

SV:  $L_5$  – ladící,  
 $L_6$  – vazební;

DV:  $L_5 + L_7$  – ladící,  
 $L_6 + L_8$  – vazební.

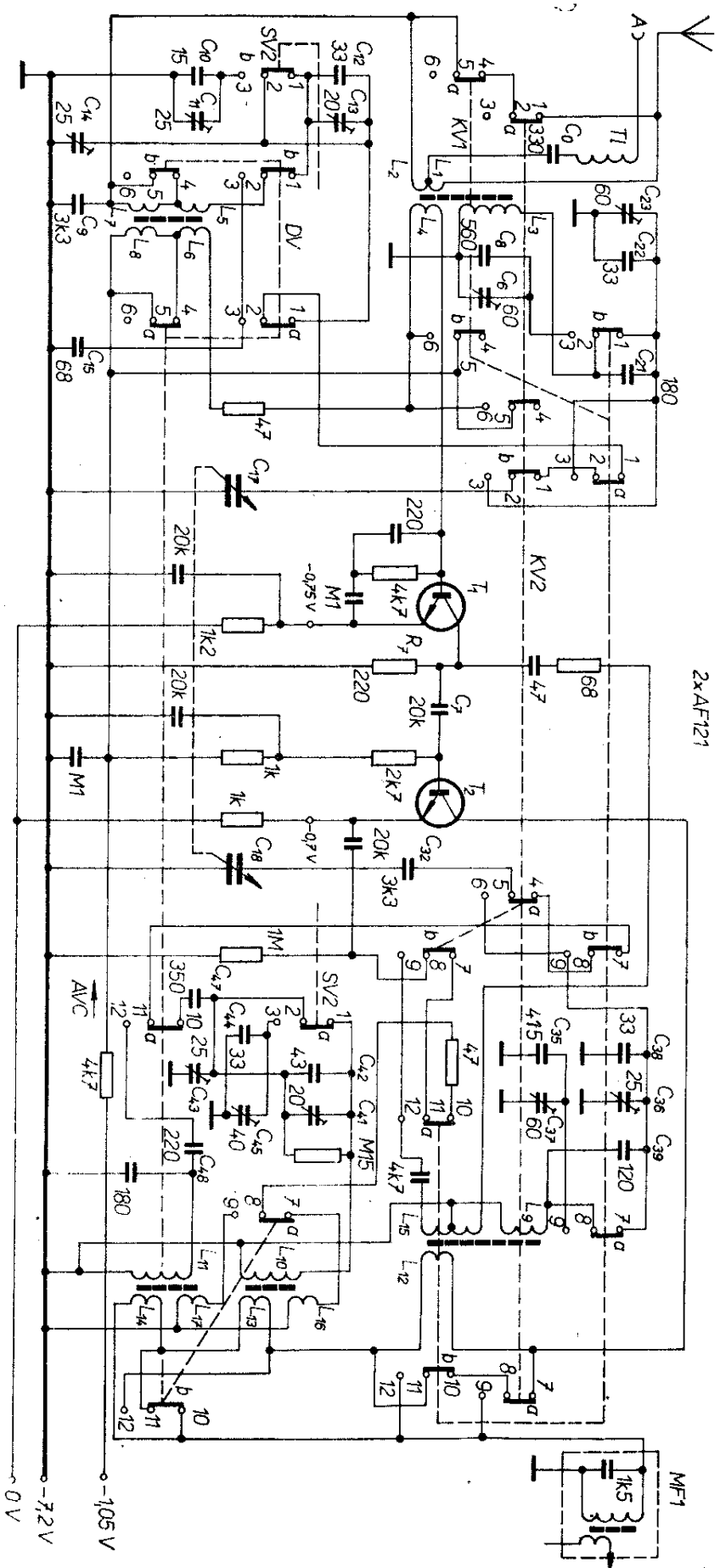
Oscilátorová část:

KV:  $L_9$  – ladící,  
 $L_{12}$  – kolektorové,  
 $L_{15}$  – zpětnovazební;

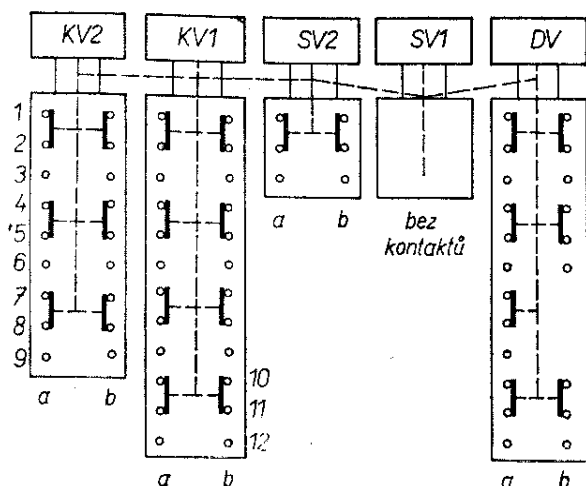
SV:  $L_{10}$  – ladící,  
 $L_{13}$  – kolektorové,  
 $L_{16}$  – zpětnovazební;

DV:  $L_{11}$  – ladící,  
 $L_{14}$  – kolektorové,  
 $L_{17}$  – zpětnovazební.

K přepínání slouží tlačítkový přepínač, jehož charakteristické schéma je na obr. 11. Každé tlačítko je dvoupolohové („zatlačeno“ a „normál“) a má jeden až čtyři páry spínacích kontaktů. Tak např. tlačítko SV2 v normální – nestlačené – poloze spíná kontakty  $a_1 - a_2$  a  $b_1 - b_2$ , stlačené pak kontakty  $a_2 - a_3$  a  $b_2 - b_3$ . Všechna tlačítka jsou mechanicky spřažena, což znamená, že může být pouze jedno ve stlačené poloze, zatímco ostatní jsou nestlačena. Tlačítko SV1 nemá kontakty; slouží tedy pouze k mechanickému ovládání (tj. uvolnění aretace jiného, dříve zatlačeného tlačítka). To proto, že všechna ostatní tlačítka ve své výchozí – nestlačené – poloze odpovídají zapojenému roz-



Obr. 10. Zapojení vstupní části tranzistorového přijímače vyšší třídy TELEFUNKEN ATLANTA 101 pro pěti uhových rozsahů ( $T_1$  a  $T_2$  mají být p-n-p)



Obr. 11. Charakteristické propojení kontaktů pětidílného tlačítkového přepínače, použitého v zapojení z obr. 10

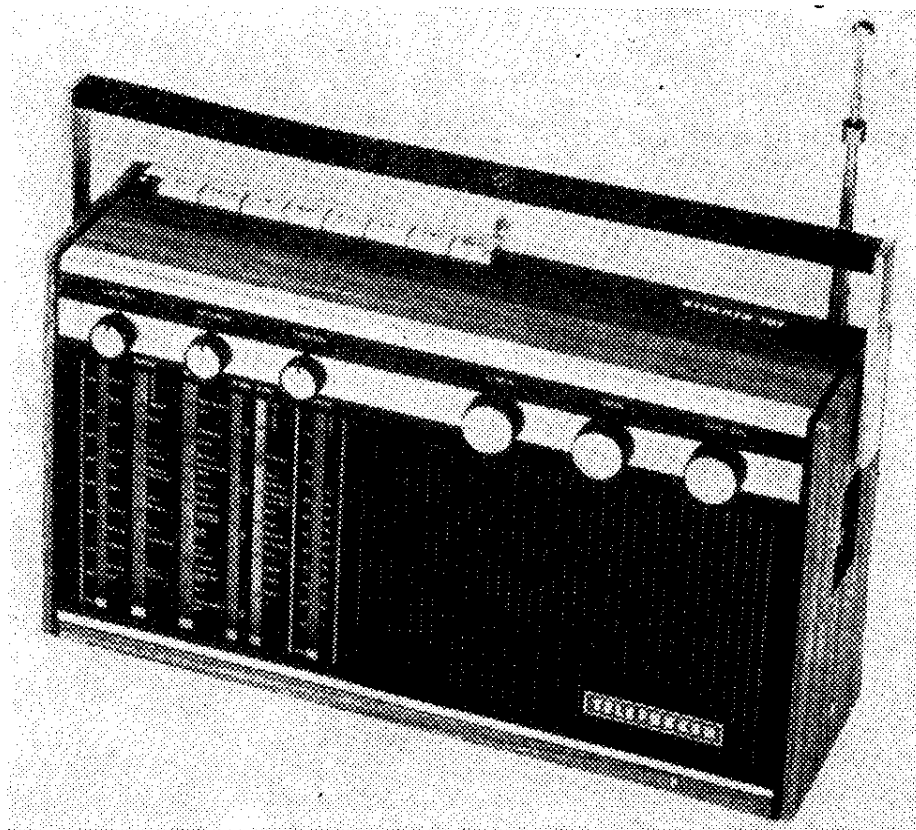
sahu středovlnného pásma SV1. Tak jsou také zakreslena v zapojení na obr. 10.

Na rozsahu KV2 slouží k vyrovnání souběhu vstupní části kondenzátorový trimr  $C_{23}$ , na rozsahu KV1 pak trimr  $C_4$ . Přitom je k ladicímu vinutí  $L_3$  připojen paralelní kondenzátor  $C_8$  a do série s ladicím kondenzátorem padingový kondenzátor  $C_{21}$ . V oscilátorové části na rozsahu

KV2 je to trimr  $C_{36}$ , na KV1 trimr  $C_{37}$  s kondenzátorem  $C_{35}$  paralelně k vinutí  $L_9$  a „paddingem“  $C_{39}$  k ladicímu kondenzátoru  $C_{18}$ . ( $C_{18}$  je v sérii s oddělovacím kondenzátorem  $C_{32}$ , jehož „zkracovací“ účinek je vzhledem k jeho kapacitě zanedbatelný). Mf signál se odebírá z kolektorového vinutí  $L_{12}$  ( $L_{13}$  a  $L_{14}$  jsou zkratovány) a přivádí se na první mf obvod (MF1) k dalšímu zpracování.

Obdobně při příjmu středních vln v pásmu SV1 slouží k vyrovnání souběhu trimr  $C_{14}$  ve vstupní části, při SV2 pak přidavný kondenzátor  $C_{11}$  a  $C_{10}$  s padingem  $C_{12} + C_{13}$ , přičemž  $L_7$  a  $L_8$  jsou spojeny dokrátka. Signál se přivádí na bázi  $T_1$  z vazebního vinutí  $L_6$ , které je v sérii s vazebním vinutím  $L_4$  (na rozsazích KV jsou  $L_6$  a  $L_8$  zkratovány kontakty  $b_5 - b_6$  tlačítka KV1 nebo KV2). V oscilátorové části slouží k vyrovnání souběhu na SV trimr  $C_{43}$  (SV1) a  $C_{45}$  spolu s padingem  $C_{42}$  a trimrem  $C_{41}$  (SV2). Padingem pro SV1 je kondenzátor  $C_{47}$ . Mf signál se odebírá z kolektorového vinutí  $L_{13}$  ( $L_{12}$  a  $L_{14}$  zkratovány).

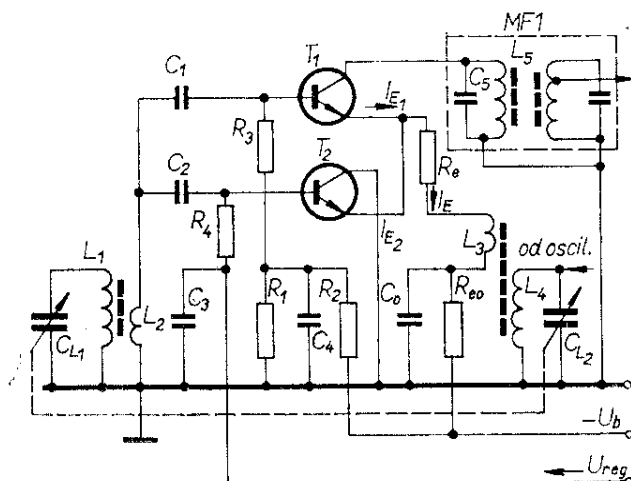
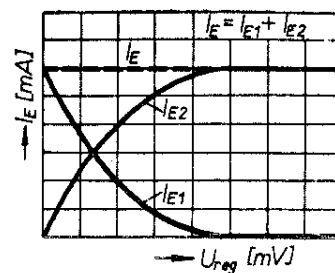
Na rozsahu DV jsou sladovací trimry vypuštěny; souběh je zde získán pouze



Obr. 12. Pohled na přijímač ATLAN-TA 101, jehož vlnové rozsahy se volí tlačítkovým přepínačem

U velmi citlivého přijímače, jako je ATLANTA 101, je použití rozprostřených pásem na rozsahu KV a „horní“ části SV nutné, má-li být ulehčeno obsluhovateli ladění stanic. Jak je vidět ze zapojení, je tato výhoda vykoupena poněkud větší složitostí vstupní části. To se týká i přepínačů, na jejichž místě tedy nejlépe vyhovují moderní tlačítkové typy. Na obr. 12 je pohled na vnější provedení tohoto moderního přijímače.

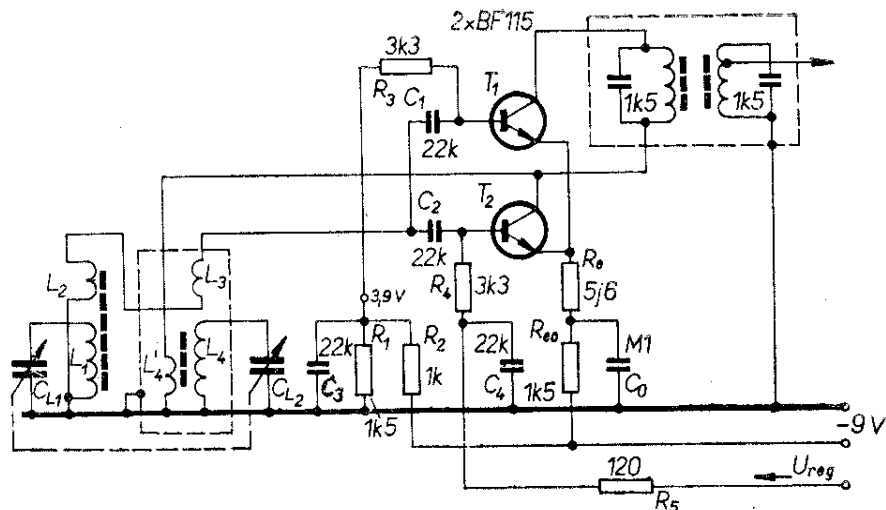
Řízení zesílení obvyklých kmitajících směšovačů napětím AVC (automatické vyrovnávání citlivosti) není vždy uspokojivé, neboť dochází k posunutí oscilátorového kmitočtu a mimoto ke změně pracovních podmínek prvního (řízeného) stupně při příjmu silných stanic. Dokonce může u řízených kmitajících směšovačů dojít při značném zmenšení zesílení k vysazení oscilací. Z toho důvodu někteří výrobci používají u přijímačů střední třídy zvláštní zapojení, s nímž se nyní seznámíme [8], [9].


$$12 \cdot \frac{4}{71} R_K$$


## Princip řízení

Tranzistor  $T_1$  pracuje jako aditivní směšovač. K jeho kolektoru je připojen první mf obvod  $L_5C_5$ . Pracovní body obou tranzistorů jsou voleny tak, že za nepřítomnosti vstupního vf signálu má emitorový proud  $I_{E1}$  určitou velikost, zatím co  $T_2$  je uzavřen a tudíž jeho  $I_{E2} \doteq 0$ . Při řízení zesílení napětím  $U_{reg}$  se kladné napětí báze  $T_2$  zvětší, takže tento tranzistor přejde z uzavřeného stavu do vodivého a jeho proud  $I_{E2}$  se postupně zvětší. Vzhledem k pevnému předpětí báze tranzistoru  $T_1$  a společnému emitorovému odporu  $R_{e0}$  je úbytek napětí na tomto odporu téměř konstantní. Druhý tranzistor  $T_2$  přebírá tedy při otevírání proud směšovacího tranzistoru  $I_{E1}$ , přičemž – vzhledem k téměř stálému napětí na  $R_{e0}$  – je součet obou proudů stálý. Na obr. 14 jsou křivky vzájemných závislostí obou dílčích emitorových proudů ( $I_{E1} + I_{E2} \doteq \text{konst.}$ ). Řídicí napětí  $U_{reg}$ , z něhož je odvozeno přepětí báze  $T_2$ , mění tak pouze poměr emitorových proudů obou tranzistorů. Ze zmenšení emitorového proudu  $I_{E1}$  vyplývá menší směšovací strmost tranzistoru  $T_1$  a tím i žádané zmenšení zesílení při silných signálech.

Obr. 15. Zapojení dvoutranzistorového kmitajícího směšovače s dělením emitorového proudu. Na rozdíl od zapojení z obr. 13 pracuje tranzistor  $T_2$  jako oscilátor



V základním zapojení, na němž byla vysvětlena činnost dvoutranzistorového směšovače, se používá oddělený oscilátor. Není však obtížné aplikovat řízení tranzistorů „děleným“ proudem i na kmitající směšovač. Tranzistor  $T_2$  pak přebírá funkci oscilátoru, z čehož vyplývá, že jeho emitorový proud musí mít (při přivření  $T_2$ ) určitou minimální velikost, při níž ještě dochází k oscilacím. Vzhledem k posuvu pracovního bodu tranzistoru oscilátoru je jeho kmitočtová stabilita poněkud horší; to je patrné na rozsazích krátkých vln. Z toho důvodu se toto zapojení používá pouze pro rozsah SV (střední vlny) a DV (dlouhé vlny). Změny kmitočtu (tzv. ujíždění) jsou způsobeny především změnou fáze parametru  $y_{21}$  (přední strmost).

Možnost vzniku křížové modulace a zkreslení modulační obálky zmenšuje záporná zpětná vazba, působící na neblokováném emitorovém odporu  $R_e$  a nízkofrekvenční záporná zpětná vazba vznikající na emitorovém odporu  $R_{e0}$  (blokováném pouze pro vf signál).

Na obr. 15 je zapojení kmitajícího směšovače s dělením proudu. Liší se od obr. 13 tím, že vazební vinutí  $L_2$  vstupního laděného obvodu je zapojeno do série s vazebním vinutím  $L_3$  oscilátorového obvodu  $L_4 C_{L2}$ .



Vlivem kladné zpětné vazby z kolektoru  $T_2$  (zavedené zpětnovazebním vinutím  $L'_4$ ) do laděného oscilátorového obvodu dochází k oscilacím. Avšak vzhledem

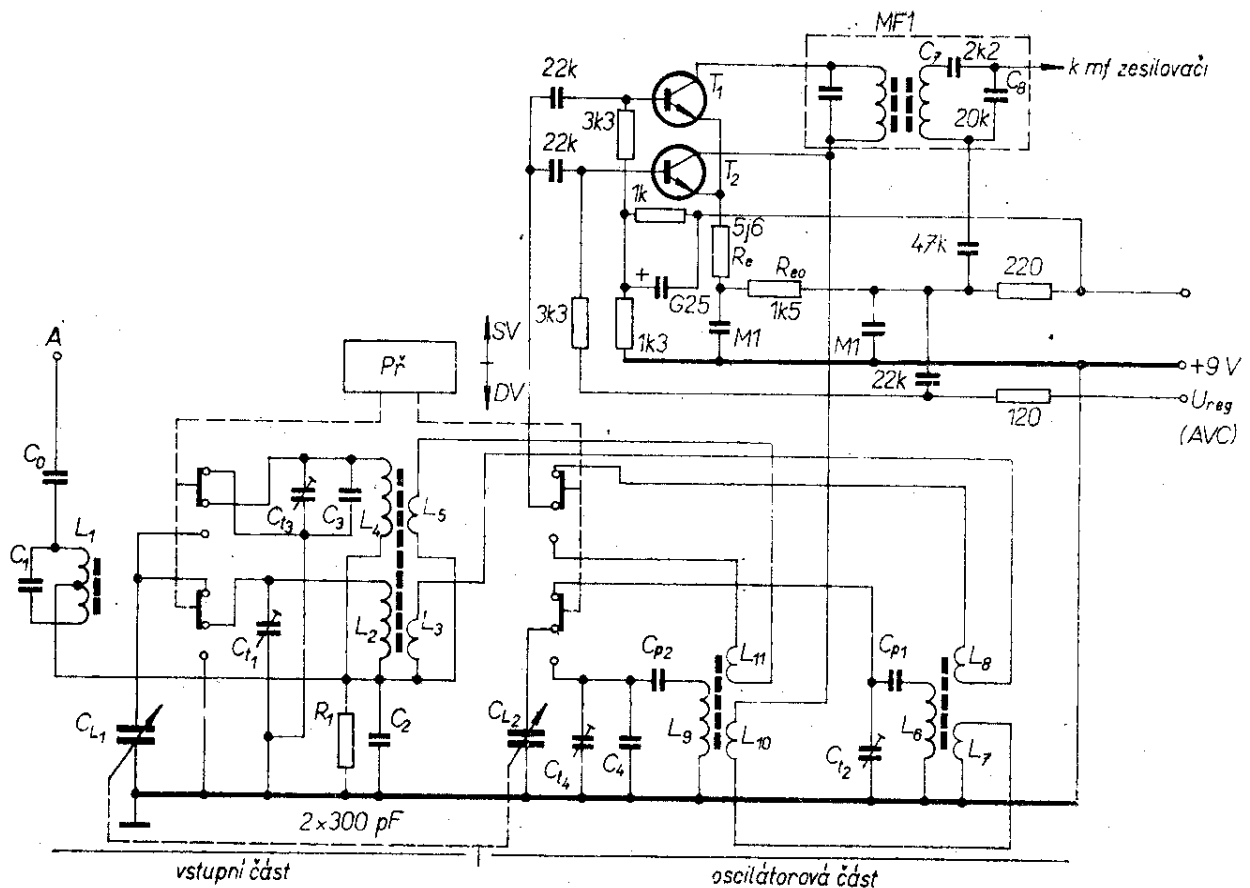
k značně volné vazbě (vinutí  $L'_4$  a  $L_3$  má pouze tři závity) je kmitočtový posuv při řízení zesílení na rozsahu SV (popř. DV) zcela zanedbatelný.

Koncepce dvoutranzistorového směšovače s dělením emitorového proudu dovozuje získat značně široký rozsah řízení zisku (až 80 dB), přičemž potřebné řídicí napětí  $U_{reg}$  se pohybuje v mezích 50 až 300 mV. V praxi se však nevyužívá celého rozsahu řízení zisku, neboť s uzavíráním tranzistoru  $T_1$  se zvětšuje šum.

### Zapojení vstupní části

Na obr. 16 je skutečné zapojení vstupní části dvourozsahového přijímače, odvozené z uvedeného principu. Přijímač má dva vlnové rozsahy, SV a DV; rozsahy se volí tlačítkovým přepínačem  $Př$ . (V zapojení je přepínač nakreslen v poloze SV – střední vlny). Cívky vstupní části jsou navinuty na společné feritové anténě ( $L_2 + L_3$  – SV,  $L_4 + L_5$  – DV), přičemž je zachována možnost příjmu i při vnější anténě (venkovní – dlouhohrátkové). Vnější anténa se připojuje do zdířky  $A$  přes tzv. zkracovací kondenzátor  $C_0$  a paralelní odlaďovač mf kmitočtu  $L_1 C_1$ .

Cívky vstupních laděných obvodů jsou uzemněny pro vf signál odporem  $R_1$ , blokováným kondenzátorem  $C_2$ . Doladovací trimry pro rozsah SV jsou kondenzátory  $C_{t1}$  (vstup) a  $C_{t2}$  (oscilátor), pro DV pak  $C_{t3}$  a  $C_{t4}$ . Paralelní kondenzátory  $C_3$  (vstup) a  $C_4$  (oscilátor) upravují kmitočtový rozsah DV do požadovaného pásma (150 kHz až 250 kHz). V oscilátorové části

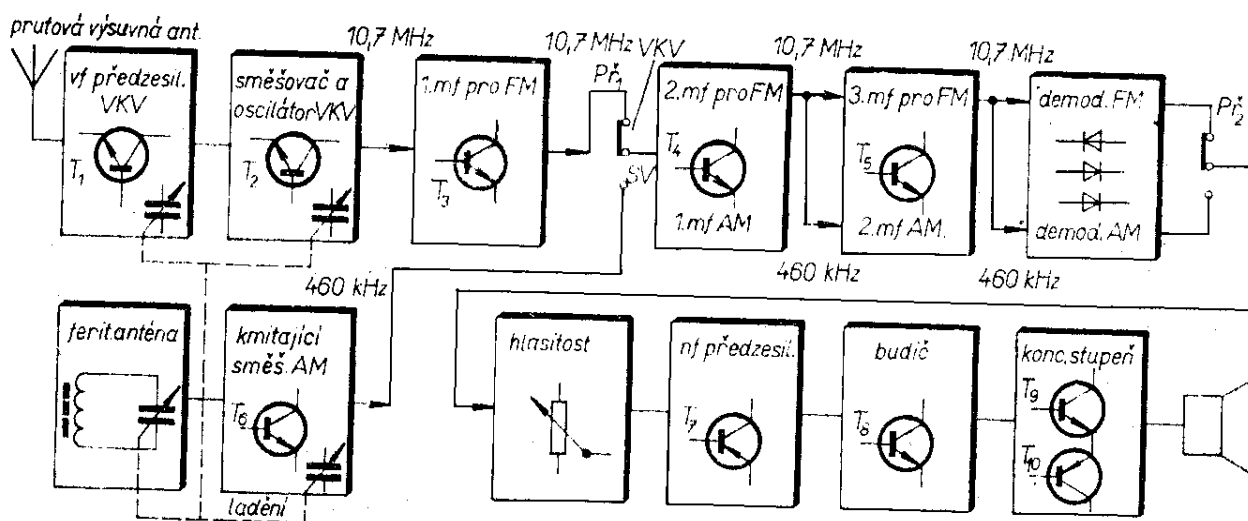


Obr. 16. Zapojení vstupní části dvourozsahového přijímače (SV a DV) s dvoutranzistorovým kmitajícím směšovačem

jsou ladící cívky  $L_6$  (SV) a  $L_9$  (DV) uzemněny přímo, přičemž – vzhledem k použití souměrného ladícího kondenzátoru  $C_{L1} + C_{L2}$  – kondenzátory  $C_{p1}$  (SV) a  $C_{p2}$  (DV) zajišťují souběh (padding).

Mezi kolektory tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  říze-

ného kmitajícího směšovače je zapojen primární obvod dvojitého mf transformátoru (pásmová propust), jenž má indukční vazbu. Kolektory tranzistorů jsou napájeny přes v sérii zapojená vazební vinutí  $L_7 + L_{10}$  oscilátorových cívek, uzemně-



Obr. 17. Blokové zapojení běžného dvourozsahového přijímače pro jeden rozsah AM (SV) a jeden rozsah FM (VKV)

ných na kladný pól zdroje napájecího napětí. Ze sekundárního laděného obvodu mf transformátoru se odebírá z odbočky kapacitního děliče  $C_7 + C_8$  mf signál pro další zpracování v mf zesilovači, který může být již běžné koncepce.

### Koncepce vstupní části moderních více-rozsahových přijímačů

Neustále se zvětšující nároky na tranzistorové přijímače mají pochopitelnou odezvu v jejich koncepci, která je čím dále, tím více složitější a vyžaduje více polovodičů. Tak např. tzv. standardní zapojení jednorozsahového přijímače kapesního formátu (např. známý japonský CROWN TR 690 nebo TESLA DORIS - T60 A) je osazeno pouze šesti tranzistory a jednou, popř. dvěma diodami. Přijímače dvourozsahové pro příjem AM a FM pořadů (kdy AM je zpravidla středovlnný, FM pak na VKV v pásmu CCIR-K, tj. 66 až 74 MHz, nebo CCIR-G, tj. 87,4 až 108 MHz) již s šesti tranzistory nevystačí; jsou osazeny zpravidla osmi až deseti tranzistory - viz blokové schéma na obr. 17.

Vstupní část - tzv. jednotka VKV - obsahující dva tranzistory slouží pouze pro příjem signálu FM ( $T_1$  a  $T_2$ ). Na ni navazuje první mf stupeň ( $T_3$ ), který též je určen pouze pro zesílení mf signálu z jednotky VKV. Dále navazující mf zesilovač ( $T_4$  a  $T_5$ ) zesiluje jak mf signál FM (mf kmitočet obvykle 10,7 MHz), tak i mf signál AM (s kmitočtem obvykle kolem 460 kHz).

Vstupní část AM je zpravidla osazena jedním tranzistorem ( $T_6$ ), pracujícím jako kmitající zesilovač. Na výstupu tohoto stupně je obvykle jednoduchý nebo dvojitý mf transformátor. Společný mf zesilovač je zakončen demodulátorem (jedním pro FM a druhým pro AM), za nímž se odebírá nf signál a přivádí přes regulátor hlasitosti na třístupňový nf zesilovač ( $T_7$  až  $T_{10}$ ).

Levnější přijímače nemají obvykle první mf stupeň (tranzistor  $T_3$  - v devítitransistorové verzi), popř. též nf předzesilovač ( $T_7$  - v osmitransistorové verzi). Vyrábí se jak v kapesním provedení (obr. 18, TELEFUNKEN „mini partner“ nebo



Obr. 18. Ukázka kapesního dvourozsahového přijímače, zapojeného podle blokového schématu z obr. 17 (TELEFUNKEN „mini partner“)

kabelkovém (např. TESLA DOLLY 2 s dvěma rozsahy AM či SIEMENS CARA-MAT - obr. 7 s více rozsahy AM apod.).

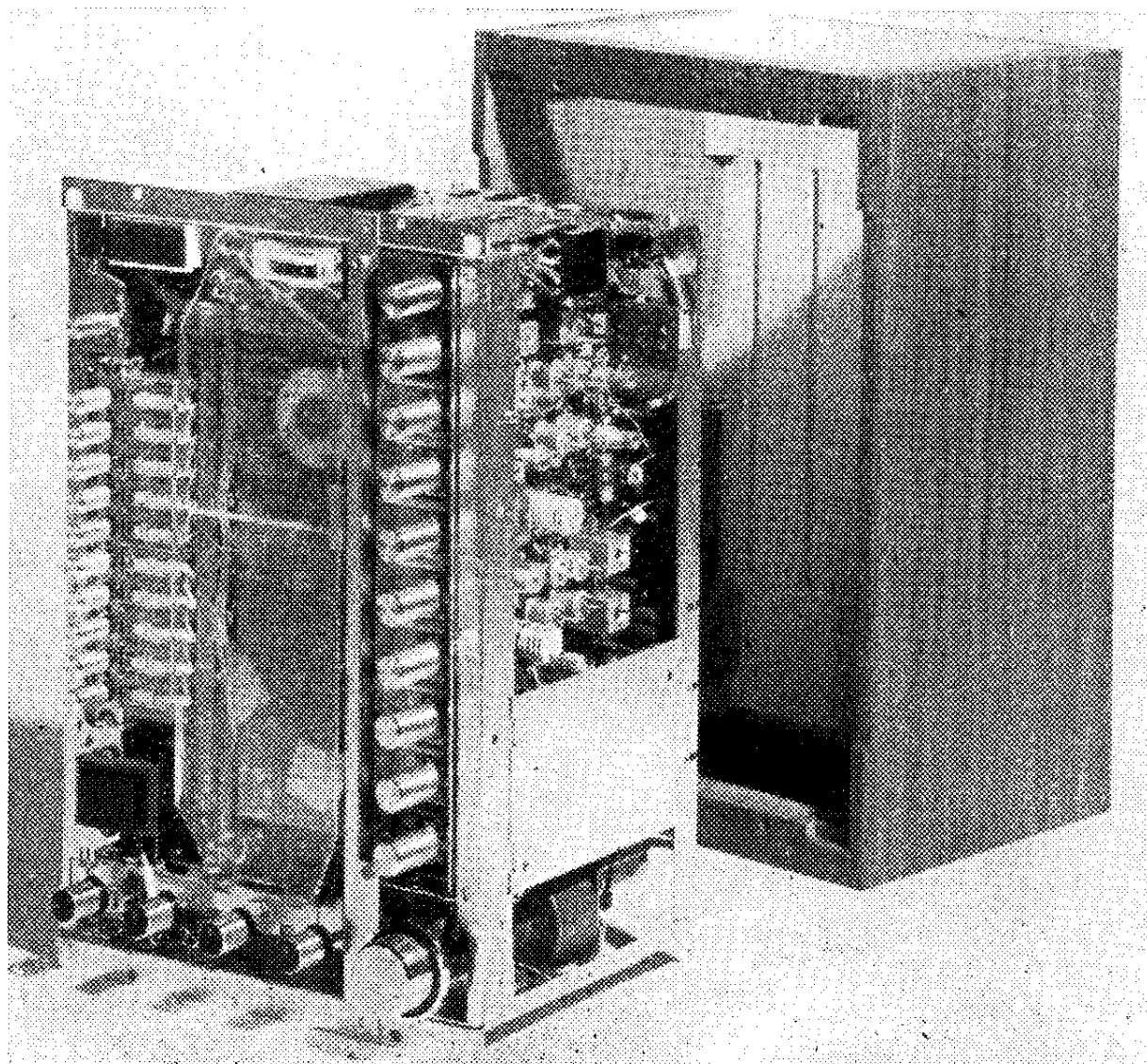
V celé řadě zde neuvedených typů přijímačů existují pochopitelně určité odchylky od uvedeného blokového schématu. Tak např. u přijímače TESLA (TWIST, DOLLY 2, DOLLY 3, HAVANA, MONIKA) při přepnutí na rozsah FM pracuje tranzistor  $T_6$  (kmitající zesilovač) ve funkci prvního mf stupně (tj. místo tranzistoru  $T_3$ ). Tímto způsobem lze ušetřit jeden

tranzistor, aniž by se vlastnosti přijímače zhoršily.

Špičkové přijímače stolního typu, které mají pochopitelně možnost poslechu na více rozsazích AM včetně rozsahu FM s dekodérem a dvojitým stereofonním nf zesilovačem, indikací, umlčovačem šumu a poruch („tiché ladění“), a které mají další jiná zdokonalení a vybavení (např. tlačítkovou volbu stanic VKV, indikaci stereofonního vysílání, indikaci správného vyladění, automatické přepínání mono-stereo, jištění výkonových jakostních nf zesilovačů proti zkratu apod.) mají v dnešní době desítky tranzistorů a diod. Např.

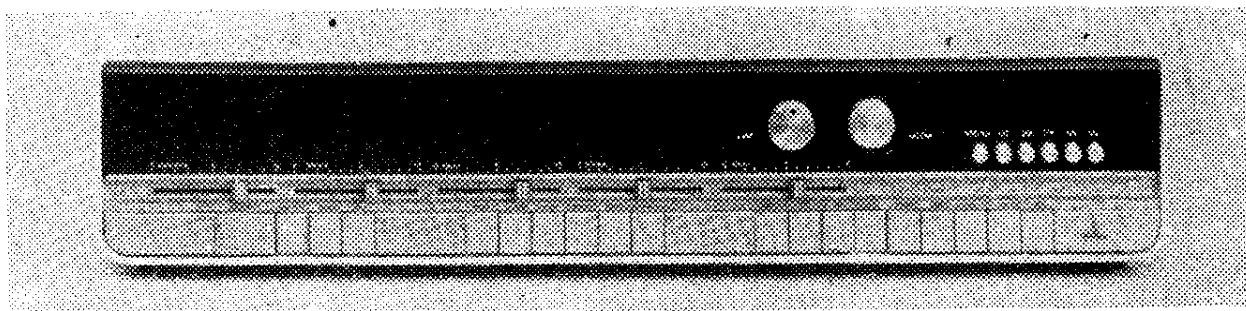
přijímač GRUNDIG CS 550 má „jen“ 45 tranzistorů, 42 diod a tři křemíkové usměrňovače (obr. 19), SIEMENS-KLANGMEISTER RS 17 je osazen 57 tranzistory, 26 diodami a třemi křemíkovými usměrňovači (obr. 20) a TELEFUNKEN OPUS STUDIO 201 (obr. 21) je osazen dokonce 68 tranzistory, 42 diodami a 2 usměrňovači.

Je samozřejmé, že se (do jisté míry) se stupněm tranzistorizace úměrně zlepšují a rozšiřují vlastnosti vícerozsahových přijímačů. Ukážeme si nyní na vstupní části posledně jmenovaného přijímače, v čem spočívá smysl zvětšování počtu tranzistorů a polovodičů vůbec.

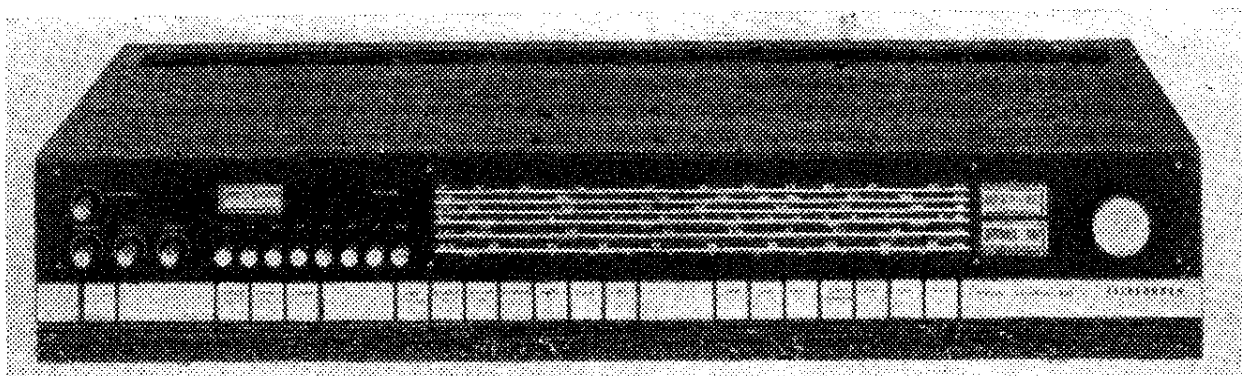


*Obr. 19. Špičkový přijímač GRUNDIG CS 550 se vyznačuje nejen značným počtem tranzistorů a diod, ale i dokonalým tlačítkovým ovládáním. Na obrázku je přijímač vyjmutý ze skříně nestandardního tvaru a bez stupnice*





Obr. 20. Špičkový přijímač SIEMENS-KLANGMEISTER RS 17 má tlačítkové ovládání, předvolbu stanic VKV a ovládání hlasitosti, stereováhy, tónových korekcí tahovými regulátory. (Jeho stupnice – na obrázku černá – je viditelná teprve po zapnutí přístroje, kdy je prosvětlena žárovkami)

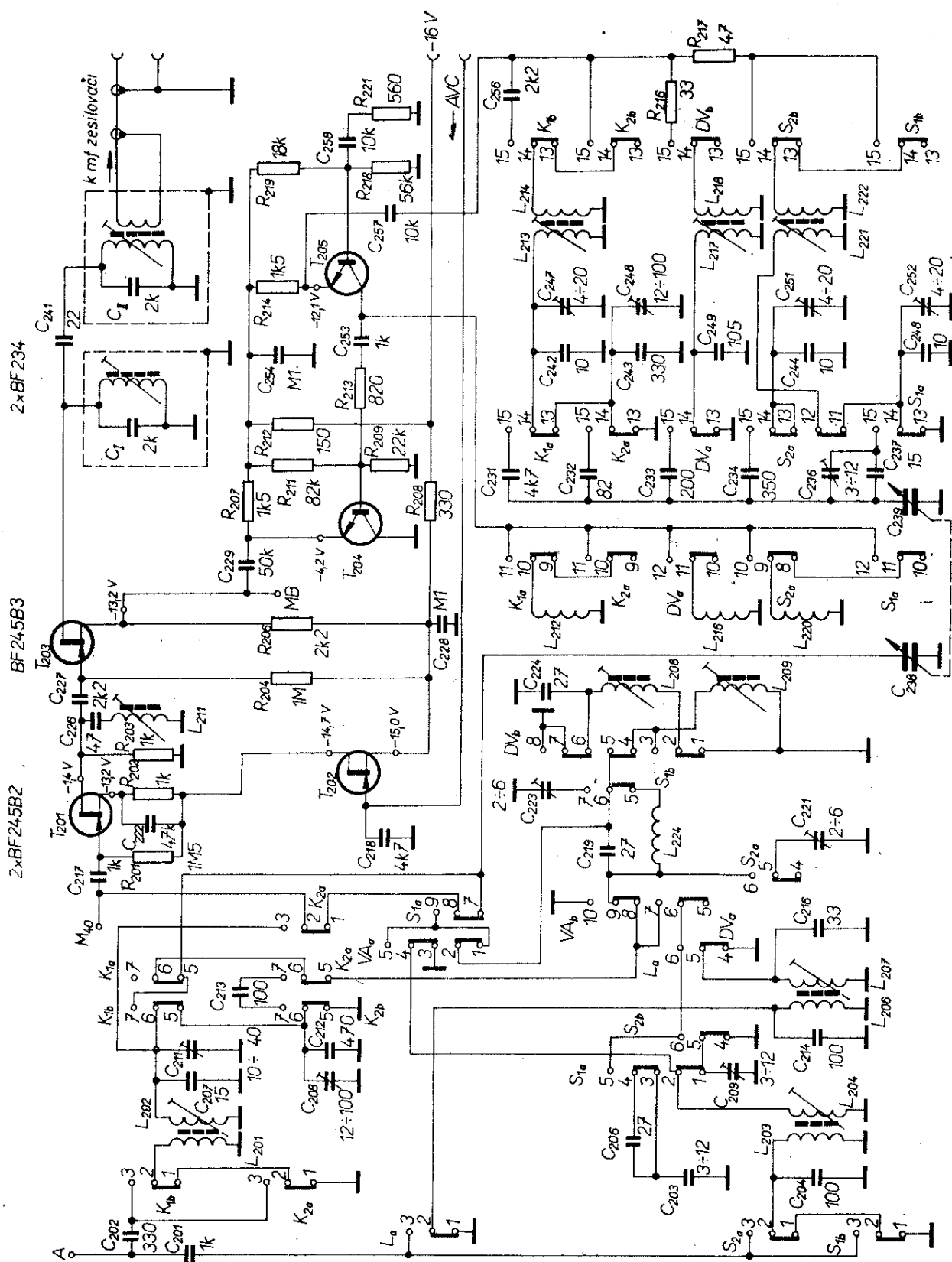


Obr. 21. Špičkový přijímač TELEFUNKEN OPUS STUDIO 201 je osazen 68 tranzistory a 42 diodami. Má nezvyklé tlačítkové ovládání (klávesnice), indikátor vyladění, indikátory vybuzení pro oba nf stereofonní kanály a další komfortní vybavení

Objeví-li se na vstupu přijímače dva vf amplitudově modulované signály, jeden užitečný (žádaná stanice) a druhý rušící, přičemž amplituda rušícího signálu je značně větší než amplituda užitečného signálu, dochází při vybuzení tranzistoru do nelineární oblasti k ovlivnění jeho pracovních podmínek. Tím tedy dojde k ovlivnění jeho kolektorového proudu modulací rušivým signálem. Tento jev nastává nezávisle na kmitočtech, popř. na vzájemné odlehlosti obou signálů. Ovlivnění užitečného signálu signálem rušícím je podstatou tzv. křížové modulace. A protože křížová modulace je velmi nepříjemná, neboť znemožňuje poslech žádané stanice, byly hledány příčiny jejího vzniku a způsoby jejího odstranění.

Charakteristika běžného, tzv. bipolárního tranzistoru má takový průběh, že

za určitých podmínek může dojít ke zkreslení zpracovávaného signálu třetí harmonickou. Naproti tomu polem řízený tranzistor FET (unipolární tranzistor) má relativně malé zkreslení třetí harmonickou v důsledku téměř dokonale kvadratického průběhu převodní charakteristiky – s tím souvisí malá možnost vzniku křížové modulace. (Existence třetí harmonické je podmínkou vzniku křížové modulace). Z hlediska těchto vlastností vyniká tedy tranzistor FET jak nad vakuové elektronky, tak nad bipolární tranzistory. Tato skutečnost – spolu s příznivými šumovými poměry – je jedním z hlavních důvodů, proč se mu dává přednost v řadě vysokofrekvenčních, popř. i nf aplikací. (Při použití tranzistorů FET ve vstupním kaskodovém zesilovači a ve směšovači jednotky VKV se dosahuje citlivosti lepší  $2 \mu\text{V}$ , přičemž potlačení



Obr. 22. Výšek zapojení přijímače TELEFUNKEN OPUS STUDIO 201. Vstupní část pro vlnové rozsahy AM je osazena třemi tranzistory FET a dvěma bipolárními tranzistory

křížové modulace je přibližně o 20 dB lepší než u nejlepších konstrukcí s bipolárními tranzistory).

Na obr. 22 je zapojení vstupní části přijímače TELEFUNKEN OPUS STUDIO 201. Jak patrně (třebaže se jedná o vstupní část rozsahů AM), je osazena třemi tranzistory FET a dvěma bipolárními tranzistory; celkem tedy pěti tranzistory, přičemž první ( $T_{201}$ ) pracuje jako vf předzesilovač,  $T_{202}$  jako řízený stupeň, třetí ( $T_{203}$ ) jako směšovač a konečně čtvrtý ( $T_{204}$ ) jako oddělovací stupeň a pátý ( $T_{205}$ ) jako samostatný oscilátor.

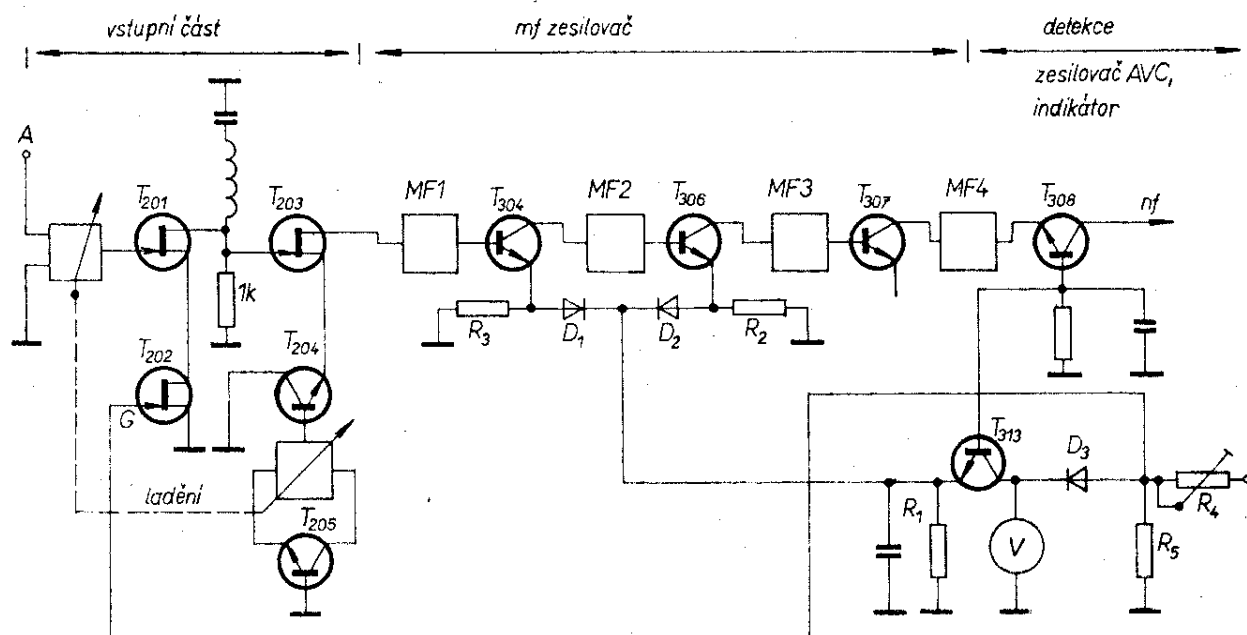
Tranzistor  $T_{201}$  a  $T_{202}$  jsou zapojeny v sérii, přičemž  $T_{202}$  představuje vlastně říditelný odpor. Jako takový ovlivňuje vf zpětnou vazbu vznikající na emitoru  $T_{201}$ . Stupeň zpětné vazby je dán velikostí řídicího napětí (získaného po demodulaci), přiváděného na elektrodu G tranzistoru  $T_{202}$  z kolektoru zesilovače AVC  $T_{313}$  – viz blokové schéma na obr. 23. Použití unipolárních tranzistorů ve vstupní části vyplývá z dříve uvedených důvodů.

Použitím tranzistoru  $T_{202}$  jako říditelného odporu se dosáhne toho, že je jednak charakteristika tranzistoru  $T_{201}$  při příjmu silného signálu dostatečně linearizována a jednak se silnější zpětnou vazbou zmenšuje strmost tohoto tranzistoru,

čímž tranzistor  $T_{203}$  – který pracuje jako směšovač – nemůže být v žádném případě přebuzen.

Vlastní mf zesilovač (pro AM) je osazen třemi tranzistory ( $T_{304}$ ,  $T_{306}$  a  $T_{307}$ ), třemi dvojitými mf transformátory (pásmovými propustmi) a jedním jednoduchým transformátorem, k němuž je připojen demodulační tranzistor  $T_{308}$ . Demodulační tranzistor je volen místo obvyklé demodulační diody proto, aby se omezilo zkreslení při detekci signálu s vysokým stupněm promodulování. Tranzistor detekuje AM signály na dráze emitor-báze, přičemž jeho vstupní odpor (vzhledem k odporu v bázi poměrně značný) nezatěžuje nežádane poslední mf obvod, což je pro nezkrácenou demodulaci zvláště výhodné. Zesílený nf signál se po detekci odebírá z kolektoru  $T_{308}$  pro další použití.

Stejnoseměrné napětí získané při demodulaci je dále zesíleno tranzistorem  $T_{313}$ . Jeho úlohou je jednak přivést zesílené napětí na ručkový indikátor vyladění (velikost stejnosměrné složky je přímo úměrná síle vf signálu na vstupu přijímače), jednak slouží jako zesilovač regulačního (řídicího) napětí, jímž se řídí zesílení mf zesilovače. Řízení je tak účinné, že dovoluje získat prakticky konstantní hlasitost jak pro velmi slabé signály, tak pro místní a silné stanice.



Obr. 23. Blokové zapojení vf a mf části přijímače TELEFUNKEN OPUS STUDIO 201 s dokonalým automatickým řízením zesílení (AVC)

Řízeny jsou první dva stupně mf zesilovače, tj.  $T_{304}$  a  $T_{306}$ . Odpor  $R_1$  je podstatně menší než  $R_2$  a  $R_3$ . Pokud má tranzistor  $T_{313}$  velmi malý nebo zcela žádný proud, protékají emitorové proudy mf tranzistorů  $T_{304}$  a  $T_{306}$  z největší části diodou  $D_1$  a odporem  $R_1$ , popř. diodou  $D_2$  a odporem  $R_1$ . Zvětší-li se proud tranzistorem  $T_{313}$  (otvíraného detekovaným napětím silného vstupního signálu), zvětší se i napěťový spád na společném emitorovém odporu  $R_1$ , čímž postupně začne protékat odpory  $R_2$  a  $R_3$  větší část emitorových proudů. Řídicí pochod končí, jakmile napěťový spád na odporu  $R_1$  se zvětší tak, že jsou diody  $D_1$  a  $D_2$  uzavřeny a emitorové proudy  $T_{304}$  a  $T_{306}$  protékají jen odpory  $R_2$  a  $R_3$ . (Předpětí bázi  $T_{304}$  a  $T_{306}$  je stabilizováno tvrdými děliči). Tím se dosáhlo toho, že je i při maximálním zmenšení zesílení mf části vlivem maximálního řídicího napětí zachována minimální strmost řízených tranzistorů – nedojde tedy v žádném případě k jejich uzavření (a tím ke zkreslení mf signálu).

Z kolektoru  $T_{313}$  (za diodou  $D_3$ ) se odbírá zesílené napětí pro řízení tranzistoru  $T_{202}$ , které účinkuje zpožděně. (Zpožděného řízení se dosáhne tím, že elektroda G tranzistoru  $T_{202}$  má pevné předpětí z odbočky děliče  $R_4$  a  $R_5$ . Řízení počne pracovat tehdy, až napětí na kolektoru bude větší než napětí na děliči  $R_4$  a  $R_5$ , na jehož odbočku je kolektor  $T_{313}$  přes diodu  $D_3$  připojen).

¶ Pokud se týká vlnových rozsahů, umožňuje v část tohoto přijímače (obr. 22) příjem na krátkých vlnách v pásmech KV 1 (7 až 18 MHz), KV 2 (5,9 až 6,2 MHz) SV 1 (1,41 až 1,62 MHz), SV 2 (0,515 až 1,43 MHz) a DV (148 až 350 kHz). Volba je umožněna tlačítkovým přepínačem, jehož kontakty jsou zakresleny na obr. 24. (Z označení kontaktů jednotlivých tlačítek a ze schématu na obr. 22 lze vysledovat, které cívky na kterém vlnovém rozsahu jsou právě zapojeny).

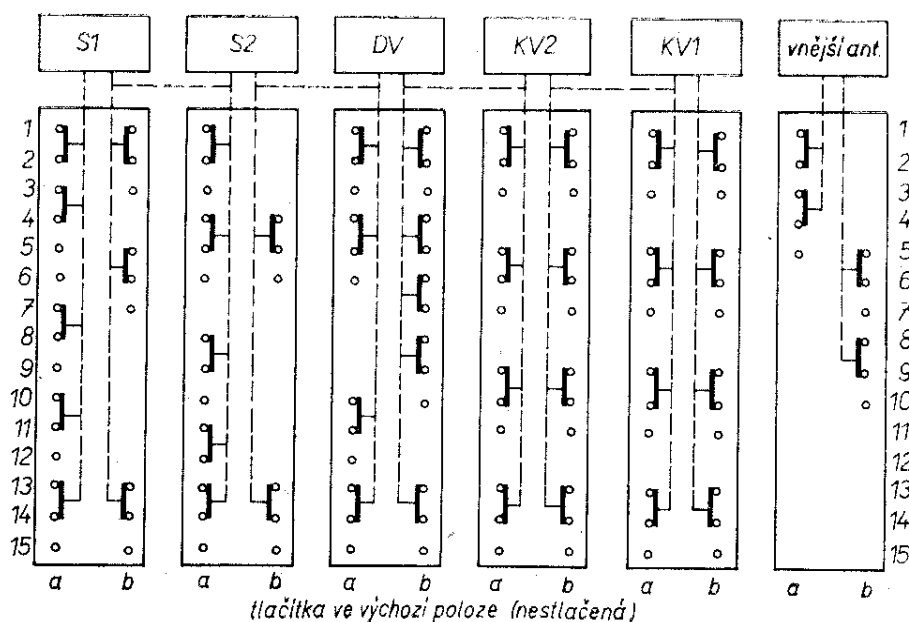
Tranzistor  $T_{204}$  pracuje jako oddělovací stupeň. To má tu výhodu, že zesílený vf signál nemůže v žádném případě ovlivnit kmitočet oscilátoru, který je tedy v daném případě velmi stabilní. Tato dlouhodobá stabilita je zvláště výhodná při poslechu na krátkých vlnách, kdy nepatrné rozladění oscilátoru vyvolá nepříjemné „ujetí“ vyladěné stanice.

## Integrované obvody v tranzistorových přijímačích

### a) Jednoduché přijímače

Jak jsme si řekli, osazují se špičkové vícerozsahové přijímače desítkami tranzistorů. Tato koncepce odpovídá západoevropskému konstrukčnímu směru, který pro více náročných funkcí používá více běžných – obvykle křemíkových – tranzistorů. Naproti tomu v zámořských při-

Obr. 24. Schéma propojení kontaktů tlačítkového přepínače, jímž se volí žádaný vlnový rozsah vf části (z obr. 22)



jímačích vyšší třídy se používá menší počet tranzistorů; tranzistory jsou však pro tu či onu požadovanou funkci přijímače vybrány (speciální typy). V celkovém počtu použitých polovodičových součástek se tato skutečnost projevuje velmi výrazně. Tak např. západoevropský přijímač vyšší třídy obsahuje zhruba 50 tranzistorů, americký přijímač stejné třídy však pouze 20 až 25 (obvykle jde o speciální tranzistory, zhotovené mnohdy podle požadavků výrobce přijímače).

Z hlediska zmenšení výrobních nákladů na přijímače střední a vyšší třídy přicházejí stále více ke slovu integrované obvody (IO). Integrované obvody všeobecně stále více a více pronikají do konstrukcí z oblasti spotřební elektroniky, kde jejich použití ovlivňuje koncepci stavby přijímačů a zmenšuje potřebu diskretních součástí. Na několika zapojeních si ukážeme několik typických příkladů použití IO.

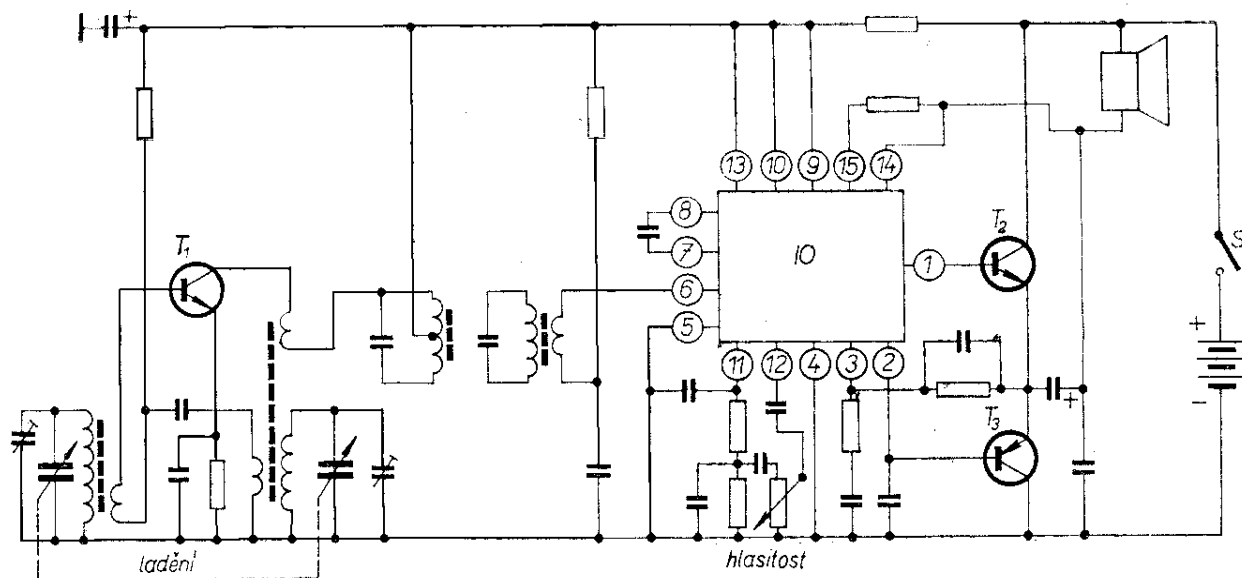
Pod označením „IC-100“ vyvinula japonská firma SONY Corp. středovlnný kapesní přijímač s miniaturními rozměry ( $18 \times 31 \times 58$  mm) o váze 90 g. Přijímač má jeden integrovaný obvod. Zapojení je na obr. 25; přijímač je vybaven miniaturním eliptickým reproduktorem a napájen niklokadmiovou baterií pro šestihodinový provoz (baterii lze dobíjet).

Vlastní integrovaný obvod má nepatrné rozměry ( $4 \times 6,5 \times 3,5$  mm) a sdružuje

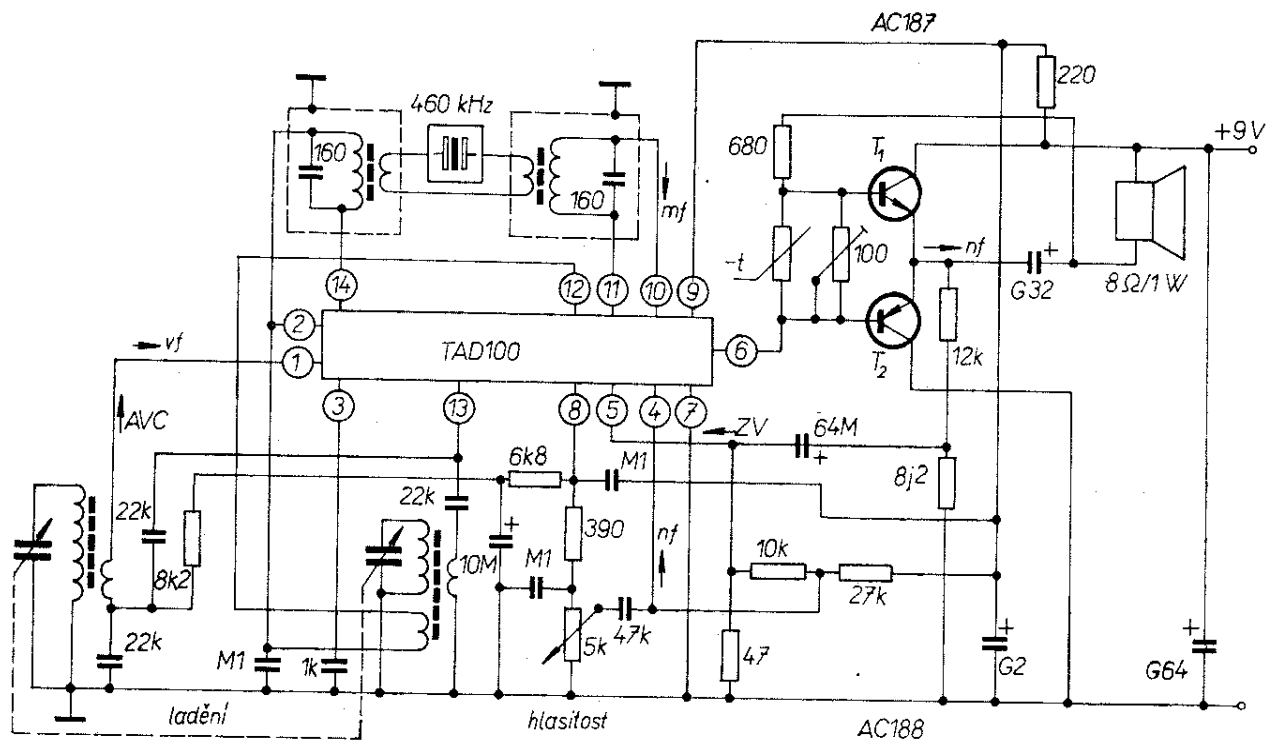
27 součástek (9 tranzistorů, 4 diody a 14 odporů). Přijímač je dále osazen třemi tranzistory, z nichž  $T_1$  pracuje jako běžný kmitající směšovač a  $T_2$  a  $T_3$  tvoří koncovou doplňkovou dvojici nf zesilovače. Nezbytná vstupní a oscilátorová cívka spolu s ladicím kondenzátorem a řadou odporů a kondenzátorů včetně regulátoru hlasitosti tvoří zbývající diskretní součástky tohoto přístroje. Třebaže se jedná prakticky o standardní zapojení tranzistorového přijímače s IO, je počet diskretních součástí podstatně menší než u běžného přijímače stejné třídy s diskretními součástkami.

Přijímač je postaven na destičce s plošnými spoji. Integrovaný obvod pracuje jako mf zesilovač, detektor, zdroj napětí pro AVC a nf předzesilovač – budič nf koncové dvojice tranzistorů. První čtyři tranzistory integrovaného obvodu zesilují mf kmitočet; nejsou vázány běžnými mf transformátory, ale stejnosměrnou vazbou. Mf zesilovač je tedy aperiodický. Potřebná selektivita se získá dvojitým mf filtrem, který je indukčně vázán se vstupem 6 integrovaného obvodu. Zisk mf zesilovače je 32 dB. Zbývající součástky a tranzistory IO pak slouží k detekci a k zesílení nf signálu. Ze schématu zapojení přijímače vyplývá, jakého zjednodušení stavby se dosáhlo použitím IO.

V zapojení na obr. 26 je schéma jiného středovlnného přijímače s integrovaným



Obr. 25. Schéma zapojení přijímače SONY – „IC-100“ s jedním integrovaným obvodem a třemi bipolárními tranzistory

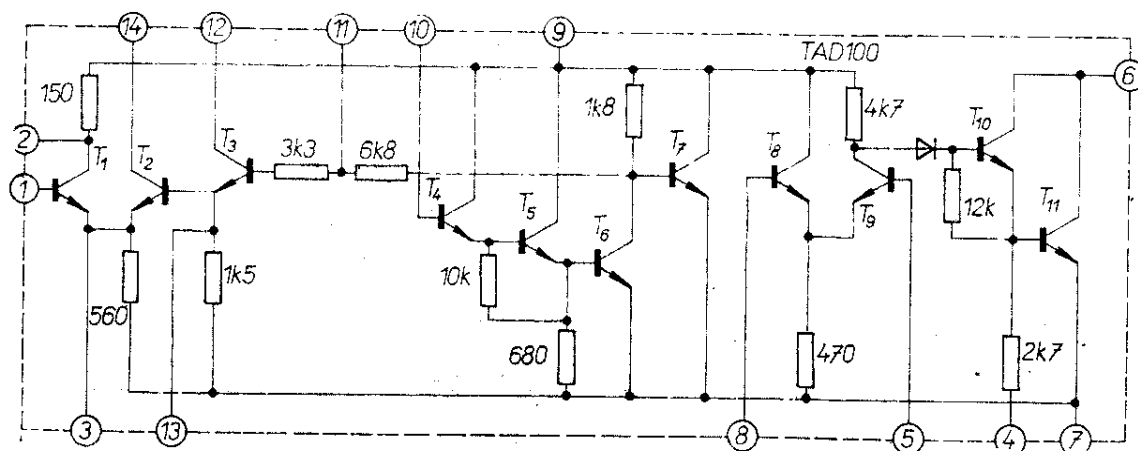


Obr. 26. Zapojení středovlnného přijímače s jedním IO typu TAD100 a doplňkovou dvojicí koncových tranzistorů

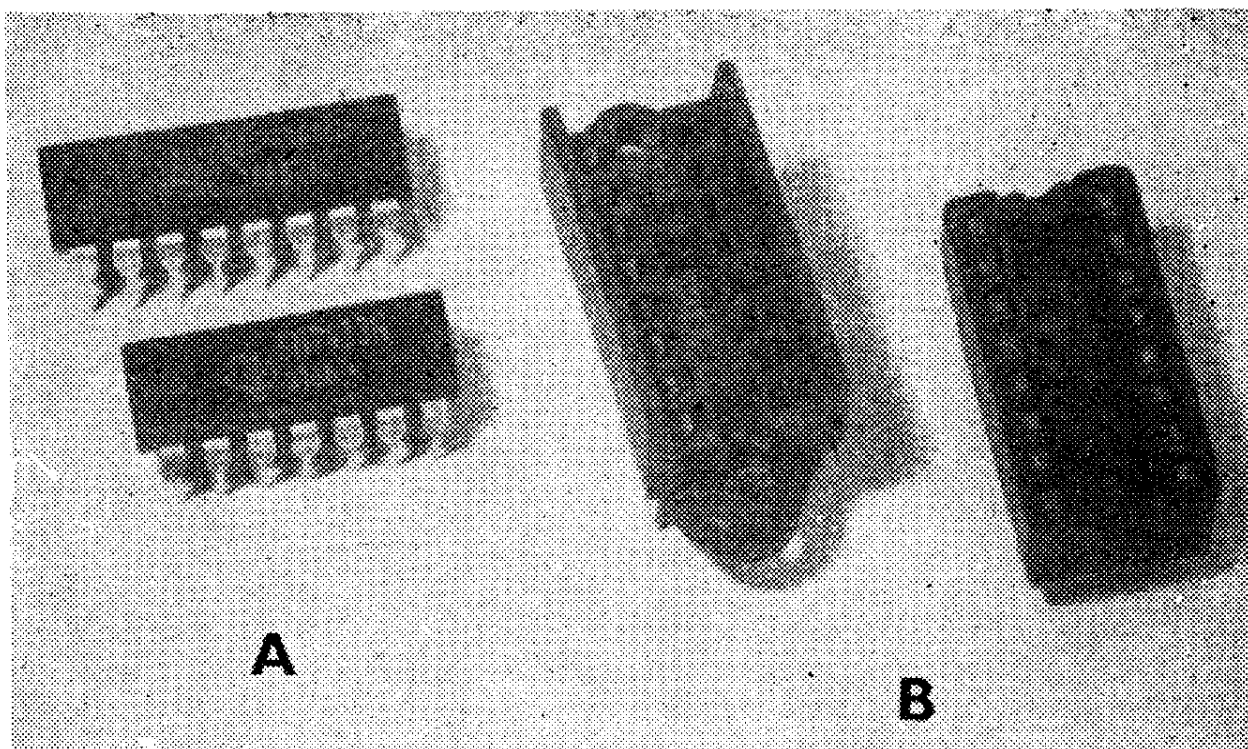
obvodem, u něhož se navíc používají pouze dva doplňkové tranzistory na koncovém stupni. IO je typu TAD 100, obsahuje lineární zesilovač z 11 tranzistorů, 1 diody a 12 odporů (obr. 27). Plní funkce směšovače, oscilátoru, mf zesilovače, demodulátoru a nf předzesilovače – budiče koncového páru tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ .

Celý přijímač má mimo IO laděný obvod vstupu a oscilátoru, dále mf transformátor, pasivní prvky pro řízení hlasitosti, AVC a konečně koncovou dvojici  $T_1$  a  $T_2$  (AC187/AC188). Koncový stupeň posky-

tuje při plném vybuzení nf výkon 1 W při napájecím napětí 9 V. Tento výkon má přijímač při síle pole vstupního signálu  $50 \mu\text{V/m}$  a nf napětí 10 mV na horním konci potenciometru pro řízení hlasitosti (tzn. při běžci vytočeném do polohy maximální hlasitosti). Potřebné selektivity je dosaženo použitím dvojitého mezifrekvenčního transformátoru, vázaného keramickým filtrem Q. Integrovaný obvod uvedeného typu vyhoví ve funkci směšovače a oscilátoru pouze při příjmu středních popř. i dlouhých vln. U vícerozsah-



Obr. 27. Vnitřní zapojení integrovaného obvodu TAD100



Obr. 28. Pohled na integrovaný obvod v plastickém pouzdře DIL (dual-in-line) se 14 a 16 vývody (A) a speciální objímka (B), umožňující výměnu IO bez pájení

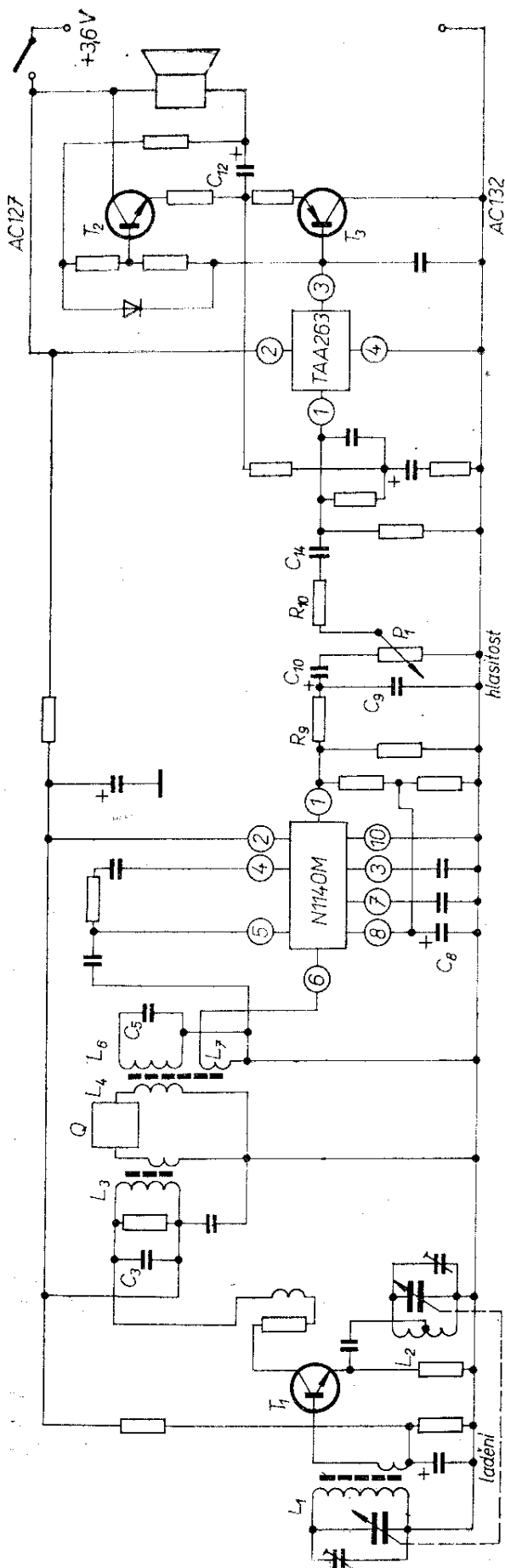
vého přijímače s rozsahem KV – tedy při aplikaci tohoto typu IO v jiném zapojení – je nutno použít pro oscilátor samostatný tranzistor.

Rozměry přijímače jsou opět velmi malé; malé rozměry má i IO ( $17 \times 6,5 \times 6,5$  mm) v plastickém pouzdře se 14 vývody – DIL (dual in line), obr. 28.

Dalším přijímačem podobné koncepce je „IC 2000“ fy Philips. Na rozdíl od předcházejících přijímačů je osazen dvěma IO (N1140M, TAA263) a třemi bipolárními tranzistory – obr. 29. První IO pracuje jako mf zesilovač a demodulátor, druhý jako nízkofrekvenční předzesilovač. V tomto případě byl výrobce opět veden snahou o dosažení co nejmenších rozměrů celého přijímače, což se mu při použití reproduktoru o  $\varnothing 6,5$  cm podařilo: velikost přijímače je  $75 \times 72 \times 30$  mm. Použitím integrovaných obvodů se zlepšila spolehlivost, což vyplývá kromě jiného i ze zmenšeného počtu pájecích míst.

Integrovaný obvod TAA263, který je použit jako mf předzesilovač, je třístupňový stejnosměrně vázaný tranzistorový zesilovač jednoduché koncepce (obr. 30)

a je obdobou u nás vyráběného typu MAA145. Poněkud komplikovanější je integrovaný obvod N1140M, použitý na místě mf zesilovače a demodulátoru. Jak je patrné z obr. 31, skládá se IO z 13 tranzistorů, 14 odporů a 1 diody; to vše je umístěno na destičce substrátu o ploše pouze 1 mm<sup>2</sup>! Tranzistory  $T_4$ ,  $T_5$  a  $T_{12}$  tohoto IO působí však jako diody. Mají bázi propojenou s kolektorem nebo emitorem uvnitř systému, zbývající nepropojené elektrody pak pracují ve funkci diody. Značný počet tranzistorů integrovaného obvodu však neznamená v žádném případě zvětšení výrobních nákladů na 1 kus. Při výrobním pochodu totiž nehraje žádnou roli, zda při daném pracovním postupu jsou na destičce 3 nebo 15 tranzistorů. Z toho důvodu se u integrovaných obvodů shledáváme často s emitorovými sledovači (na vstupech či výstupech jednotlivých funkčních dílů), které umožňují vzájemné dobré impedanční přizpůsobení. Často se též tranzistory integrovaného obvodu používají jako napětově nebo teplotně závislé diody k stabilizování bázových předpětí proti nežádaným



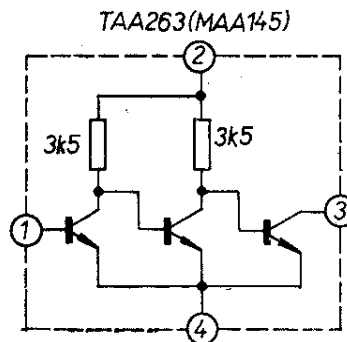
Obr. 29. Zapojení kapesního přijímače PHILIPS – „IC 2000“ s dvěma integrovanými obvody a třemi tranzistory

teplotním vlivům. Posledně jmenované-  
mu účelu slouží např. tranzistory  $T_4$  až  
 $T_6$  v zapojení IO na obr. 31.

Dioda  $D$  v obr. 31 pracuje jako filtr za  
detektorem  $T_{12}$ ; tak je umožněno, že  
obvod je možné použít nejen jako mf ze-  
silovač, ale současně i ve funkci detekto-  
ru. Poslední tranzistor  $T_{13}$  pracuje jako  
emitorový sledovač (odděluje a přizpůso-  
buje výstup IO).

A nyní k celkové funkci zapojení tohoto  
přijímače. Vf tranzistor  $T_1$  pracuje jako  
kmitající směšovač. Mf signál se přivádí  
na první mf obvod  $L_3C_3$ . Odtud přechází  
indukčně na sériový obvod  $L_4Q$  (s kera-  
mickým filtrem  $Q$ ), který má pro mf kmi-  
točet velmi malou impedanci, avšak znač-  
nou pro kmitočty mimo mf kmitočty.  
Tzn., že signály odlišné od mf kmitočtu  
nejdou přivedeny na vinutí  $L_4$  a nemohou  
se tedy dostat na další, poslední paralelní  
mf obvod  $L_6C_5$ . Mf signál přechází indukč-  
ně na vazební cívku  $L_7$ , jejíž „živý“ vývod  
je připojen ke vstupu 6 integrovaného  
obvodu.

Trojité kombinovaný mf obvod, který  
je předřazen před mf zesilovač, zajišťuje  
velmi dobrou celkovou selektivitu přijí-  
mače. (Soustředění všech selektivních  
obvodů před mf zesilovač zabráňuje vzni-  
ku nežádané křížové modulace, neboť ru-  
šivé signály odlišných kmitočtů jsou se-  
lektivními obvody před vstupem do mf  
zesilovače značně potlačeny). Ze vstup-  
ního bodu 6 přichází signál na bázi tran-



Obr. 30. Vnitřní zapojení IO typu TAA263, srovnatelného s typem TESLA MAA145



zistoru  $T_3$  integrovaného obvodu. Zesílený signál je odebrán z jeho kolektorového odporu a přes vnější člen  $RC$  přiveden na bázi tranzistoru  $T_7$  (vývod 4). Z kolektoru  $T_7$  postupuje signál na bázi  $T_{10}$ , který pracuje jako emitorový sledovač. Na jeho emitor je přímo připojena báze  $T_{11}$ ; tímto tranzistorem je signál dále zesílen a posléze tranzistorem  $T_{12}$  demodulován. Kapacitní dioda odfiltruje vř zbytky po detekci. Po zesílení tranzistorem  $T_{13}$  objevuje se již nf signál na výstupu  $IO$  (vývod 1).

Z bodu 1 se odebrá též část signálu po detekci – stejnosměrné napětí úměrné velikosti mf signálu; z odbočky odporového děliče se toto napětí přivádí do bodu 8 na filtrační kondenzátor  $C_8$ . Uvnitř integrovaného obvodu jsou k bodu 8 připojeny dva (částečně) antiparalelně spojené tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ , které pracují jako proměnný odpor. Tranzistory spolu s odporem  $R_1$  tvoří dělič pro předpětí báze tranzistoru  $T_3$ . Při značně velké amplitudě vstupního signálu vzniká odpovídající stejnosměrné napětí, jež zmenšuje celkový odpor dolní části děliče (tvořené dynamickým odporem spojených tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ ), čímž se dosahuje žádaného posuvu pracovního bodu vstupního tranzistoru  $T_3$  (menší zesílení). Tímto způsobem se samočinně řídí zesílení celého integrovaného obvodu oběma směry, tzn. pro silnější signál se zmenšuje, pro slabší se zvětšuje.

Nf napětí jde na filtrační člen  $R_9C_9$  a pak na regulátor hlasitosti. Tento regulátor je oboustranně oddělen elektrolytic-

kými kondenzátory  $C_{10}$  a  $C_{14}$  od stejnosměrných napětí; v důsledku toho nedochází k rušivým šramotům a praskáním při protáčení běžce potenciometru.

Za regulátorem hlasitosti následuje integrovaný předzesilovač TAA263, na nějž je stejnosměrně navázána koncová doplňková dvojice tranzistorů (AC 127/AC 132). Záporná zpětná vazba, zavedená z výstupu (záporný pól kondenzátoru  $C_{12}$ ) až na vstup předzesilovače (bod 1) zlepšuje výrazně vlastnosti nf zesilovače.

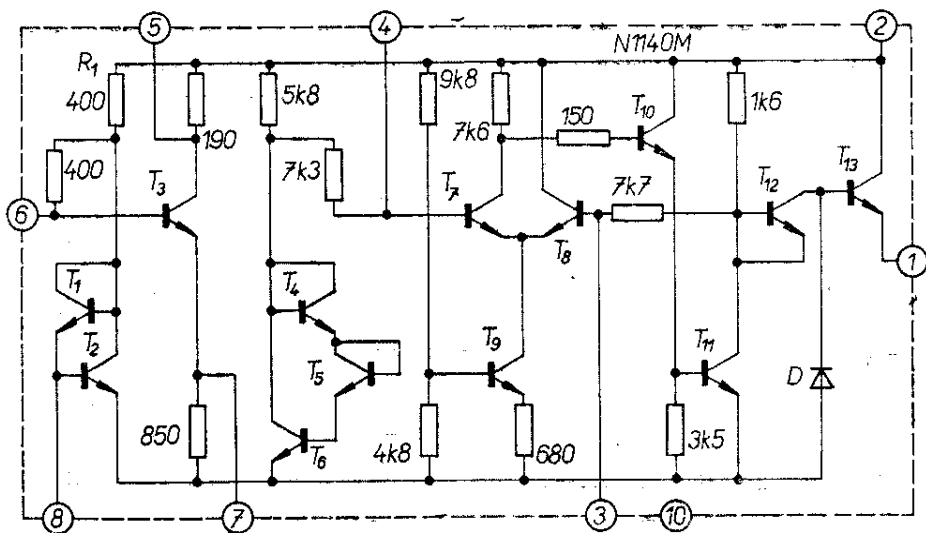
Celý přijímač je napájen z miniaturního niklo-kadmiového akumulátoru o napětí 3,6 V (který vystačí bez nabití asi pro šestihodinový provoz), nebo ze síťového zdroje, který současně slouží jako nabíječ pro akumulátor.

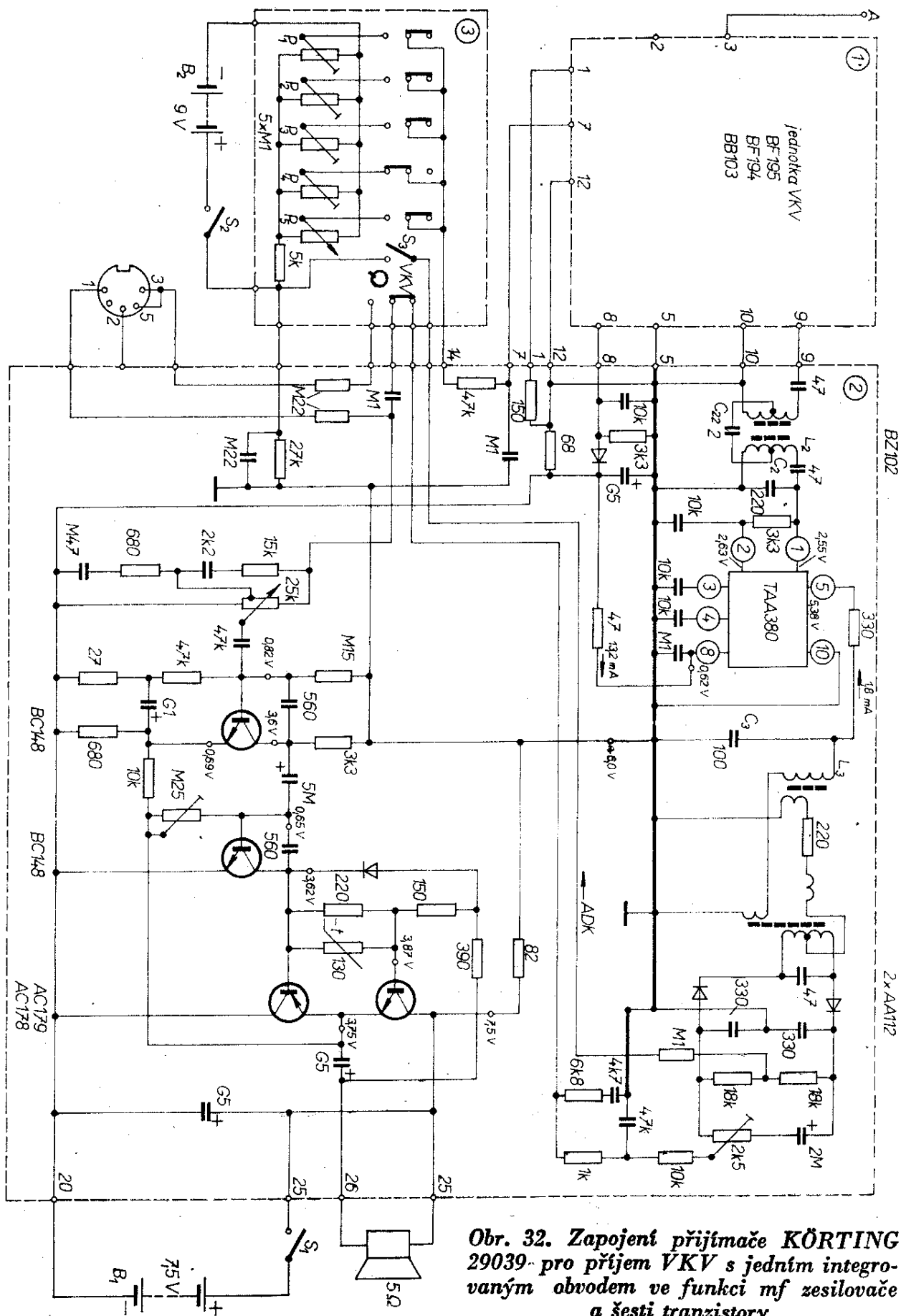
### Přijímače střední a vyšší třídy

Výrobci tranzistorových přijímačů osazují integrovanými obvody nejen malé kapesní a miniaturní přijímače, ale i kabelkové přijímače střední třídy a špičkové stolní přijímače. Použití integrovaných obvodů není totiž dáno jen potřebou miniaturizace přístrojů, ale i požadavky na spolehlivost a konečně i menšími výrobními náklady. Cena jednoho integrovaného obvodu (zhruba 30 aktivních a pasivních součástí) je při velkosériové výrobě asi 1 \$, zatímco cena jednoho křemíkového tranzistoru je asi 0,2 \$.

Na obr. 32 je zapojení kabelkového přijímače střední třídy a moderní koncepce.

Obr. 31. Vnitřní zapojení integrovaného obvodu N1140M. Obsahuje 13 tranzistorů, 14 odporů a 1 diodu





Obr. 32. Zapojení přijímače KÖRTING 29039 pro příjem VKV s jedním integrovaným obvodem ve funkci mf zesilovače a šesti tranzistory

Je to typ KÖRTING 29039 (pouze pro příjem na pásmu VKV) s laděním kapacitními diodami, s tlačítkovou volbou čtyř libovolných stanic, s integrovaným obvodem TAA380 (ve funkci mf zesilovače) a s moderním nf zesilovačem bez budicího a výstupního transformátoru. V této části není pro nás zatím zajímavá vlastní jednotka VKV, laděná kapacitními diodami; proto je na celkovém zapojení na obr. 32 naznačena jen blokově.

Vzhledem k tomu, že přijímače pro příjem na VKV používají značně vyšší mf kmitočet (10,7 MHz) vzhledem k přijímačům středovlnným či dlouhovlnným (450 až 470 kHz), jsou na tranzistory těchto mf zesilovačů kladeny vyšší nároky z hlediska mezního kmitočtu a dosažitelného zesílení. Totéž se týká samozřejmě i integrovaného lineárního zesilovače, který má sloužit jako mf zesilovač. Avšak i tento problém se podařilo výrobcům IO zvládnout. U popisovaného přijímače se sledujeme s IO typu TAA380 (starší označení TAA239 – výrobce VALVO a PHI-

LIPS), jehož rozměry jsou při dosažených vlastnostech přijatelné. Na obr. 33 je pohled na tento obvod v typizovaném pouzdře TO-74 ( $\varnothing$  pouzdra 8,5 mm), na obr. 34 je jeho zapojení. Výrobce vyrábí a dodává tento obvod ve dvou verzích. V první představuje pouze stejnosměrně vázaný mf zesilovač, v druhé pak (vyznačeno čerchovanou čarou v obr. 34) je tento zesilovač doplněn ještě o dvojici demodulačních diod a nf předzesilovač v Darlingtonově zapojení –  $T_{11}$  a  $T_{12}$ . V daném případě byla použita první verze IO, tedy IO ve funkci mf zesilovače a omezovače (10 tranzistorů, 7 diod a 11 odporů).

Z celkového zapojení je zřejmé, že přijímač je postaven na dvou deskách s plošnými spoji. Na první desce je vstupní jednotka VKV, na druhé mf zesilovač s dvojitým mf transformátorem (kapacitně vázaným kondenzátorem  $C_{22}$ ), integrovaným obvodem a demodulátorem a třístupňový čtyřtranzistorový nf zesilovač. Díl označený 3 je samostatně umístěnou ovládací jednotkou pro tlačítkovou volbu



Obr. 33. Pohled na otevřené pouzdro TO74 a umístění integrovaného obvodu (foto Siemens)

libovolně nastavených stanic (k nastavení slouží odporové trimry  $P_1$  až  $P_4$ ) včetně plynulého ovládání (potenciometr  $P_5$ ). Napájení přijímače obstarávají dvě samostatné baterie, z nichž  $B_2$  slouží pouze pro napájení ladicích kapacitních diod typu BB103.

Vraťme se však ještě k integrovanému obvodu z obr. 34. Vnitřní zapojení tohoto obvodu se skládá z trojice kaskádových zesilovačů ( $T_1$  až  $T_8$ ), z nichž vstupní zesilovač ( $T_1$  až  $T_3$ ) představuje nesymetrický rozdílový zesilovač. Protože tranzistor  $T_2$  pracuje v zapojení se společnou bází, dosahuje se tak velkého napětového zesílení (bez zpětného působení), které není ovlivněno ani vstupním odporem následující kaskády ( $T_4$  až  $T_6$ ). To proto, že tranzistor  $T_3$  pracuje ve funkci oddělovacího stupně (tj. jako emitorový sledovač). Stejnou funkci má i tranzistor  $T_1$  (emitorový sledovač s velkým vstupním a malým výstupním odporem). Mf obvod  $L_2C_2$  – viz obr. 32 – není tedy tlumen příliš malým vstupním odporem tranzistoru  $T_2$  v IO. Stejným způsobem pracuje druhý ( $T_4$  až  $T_6$ ) i třetí ( $T_7$  a  $T_8$ ) kaskádový stupeň; ten však nemá výstupní oddělovací stupeň. Pracovním odporem  $T_8$  je primární vinutí  $L_3$  demodulačního obvodu.

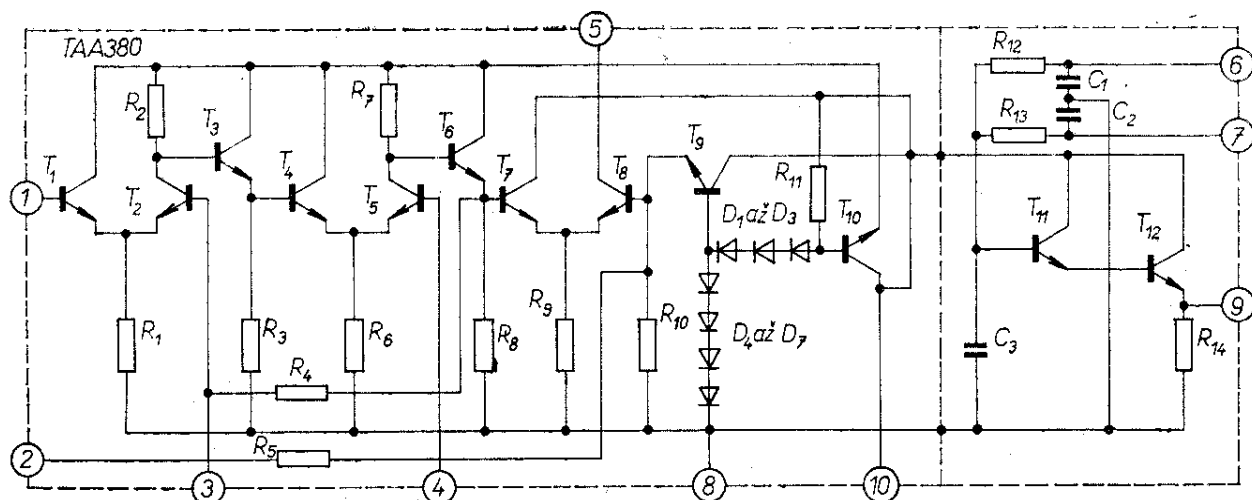
Účinnou stabilizaci pracovních bodů zajišťují dva tranzistory n-p-n  $T_9$ ,  $T_{10}$  a diody  $D_1$  až  $D_7$ . Zkouškami bylo prokázáno, že jediné dva parametry, jejichž to-

lerance by mohly mít vliv na zapojení mf zesilovače, jsou vstupní odpor prvního ( $T_1$ ) a výstupní odpor posledního tranzistoru ( $T_8$ ), a to díky promyšlené koncepci celého integrovaného obvodu. Srovnáme-li s touto skutečností jak značně velké množství parametrů tradičně osazeného mf zesilovače má vliv na jeho celkovou stabilitu a vlastnosti, pak bude výhodnost použití integrovaného obvodu na tomto místě jistě každému zřejmá.

Další ukázkou uplatnění IO je zapojení mf části špičkového přijímače HEATH-KIT AR 15, obr. 35.

Jádrem tohoto zajímavého mf zesilovače jsou dva integrované obvody CA3012 (jejichž vnitřní zapojení včetně označení vývodů je shodné se zapojením TAA380, obr. 34), které spolu s tranzistory  $T_{305}$  a  $T_{306}$  tvoří jeho aktivní součásti. V mf zesilovači tohoto přijímače se používají i krystalové filtry  $F_{301}$  a  $F_{302}$  se stálou křivkou propustnosti, značně se blíží ideálnímu obdélníkovému tvaru (křivka má velmi strmé boky, šířku pásma 220 kHz a vyrovnaný průběh v tomto pásmu).

Integrovaný obvod CA3012 je širokopásmový lineární zesilovač. Skládá se z 10 tranzistorů, 7 diod a 11 odporů (odpovídá tedy první verzi TAA380), které tvoří výše popsanou trojici diferenciálních kaskádových zesilovačů s regulovaným zdrojem stabilizačního napětí. Zbývá jen podotknout, že napětové poměry to-



Obr. 34. Vnitřní zapojení integrovaného obvodu TAA380. Obsahuje 10 tranzistorů, 7 diod a 11 odporů (první verze), nebo 12 tranzistorů, 14 odporů, 9 diod a 3 kondenzátory (druhá verze)



hoto obvodu jsou nastaveny vhodnou volbou emitorových a kolektorových odporů tak ( $R_{E1} = 0,5 R_{C1}$ ), že stejnosměrné napětí na vstupu každého stupně je stejné jako na výstupu. Tím je umožněna přímá galvanická vazba mezi jednotlivými stupni. Napěťový zisk jednoho integrovaného obvodu tohoto typu na mf kmitočtu 10,7 MHz se pohybuje mezi 55 až 60 dB. Limitace na mf kmitočtu nastává při vstupním signálu větším 500  $\mu$ V, přičemž pro signály o amplitudě větší 600  $\mu$ V je výstupní napětí prakticky stálé. Potlačení amplitudové modulace je lepší než 50 dB, což se projevuje ve výrazném potlačení atmosférických a jiných poruch.

Celkový zisk obou integrovaných obvodů mf zesilovače je tedy 130 dB (zesílení 3 000 000), což je zisk poměrně značný. Nevýhodné však v daném případě je, že oba IO pracují prakticky stále jako omezovače, takže nelze získat regulační napětí pro automatické řízení zesílení jednotky VKV (AVC). Z toho důvodu je před prvním integrovaným obvodem zapojen tranzistor  $T_{305}$ , jehož pracovní bod je volen tak, aby nedocházelo k limitaci procházejícího mf signálu. Za jeho kolektorovým odporem  $R_{317}$  se část signálu převádí přes vazební kondenzátor  $C_{342}$  na bázi tranzistoru  $T_{309}$ , kde se zesílí a usměrní diodami  $D_{306}$  a  $D_{307}$ . Odpovídající stejnosměrné napětí po filtraci členem  $R_{342}$ ,  $C_{365}$  se pak přivádí do jednotky, kde ovládá činnost vstupních tranzistorů. Stejná část signálu se však ještě zesiluje následujícím tranzistorem  $T_{310}$  (navázaným stejnosměrně na  $T_{309}$ ); po usměrnění je zavedena odpovídající stejnosměrná složka do indikátoru  $M_1$  – měřiče síly pole.

Za výstupem druhého integrovaného obvodu (vývod 5) je přes vazební kondenzátor  $C_{352}$  napájena mf signálem báze koncového tranzistoru  $T_{308}$  mf zesilovače. V jeho kolektorovém přívodu je zapojeno



primární vinutí výstupního laděného obvodu symetrického poměrového detektoru. Přesnost vyladění lze kontrolovat na druhém ručkovém indikátoru  $M_2$  (s nulou uprostřed).

Koncepce tohoto mf zesilovače představuje trend, směřující k vyloučení indukčností (nebo jejich omezení na minimum), a k použití obvodů se soustředěnou selektivitou.

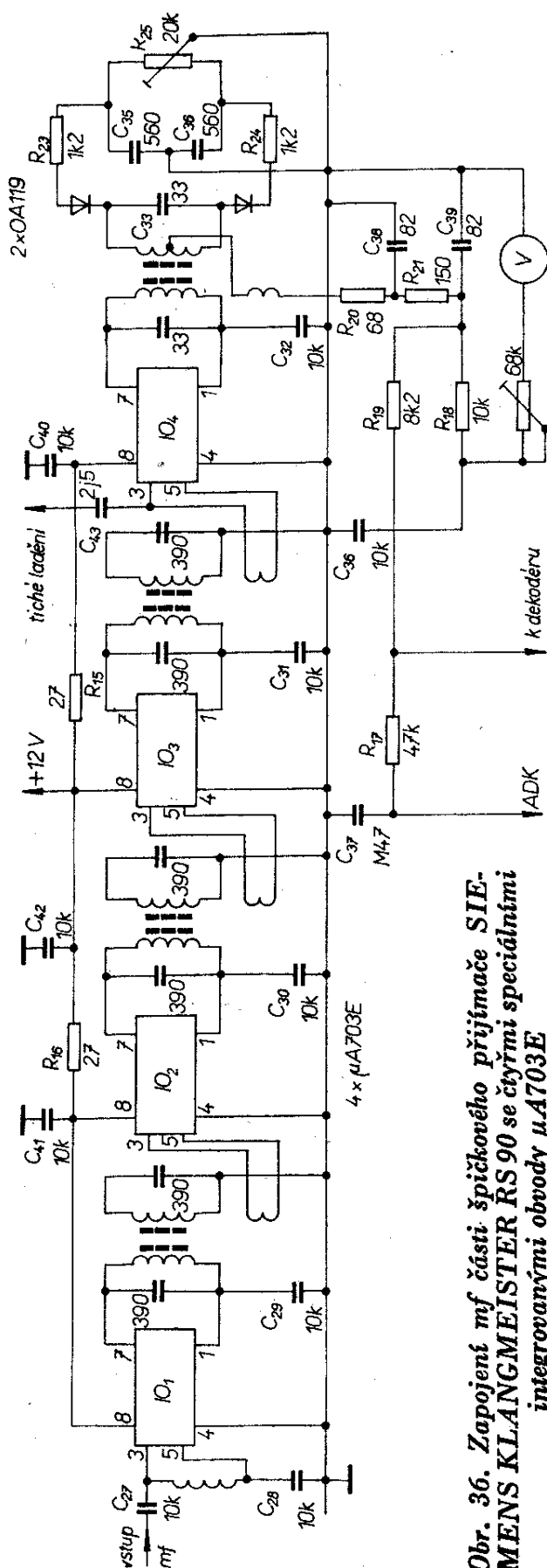
### Mf zesilovač se čtyřmi integrovanými obvody

Požadavky, které jsou v současné době kladeny na jakostní mf zesilovače pro přenos vf signálu se stereofonním obsahem, narážejí (při použití běžných součástek a polovodičů) na určité hranice, které nedovolí dále zlepšit jejich vlastnosti. (Např. chování při buzení značně silným signálem, dokonalé omezování, zachování nezkraslené modulační obálky apod.). Proto pro špičkové přijímače byly vyvinuty speciální integrované obvody, které dovolují dosáhnout značně lepších parametrů než při použití diskretních součástí.

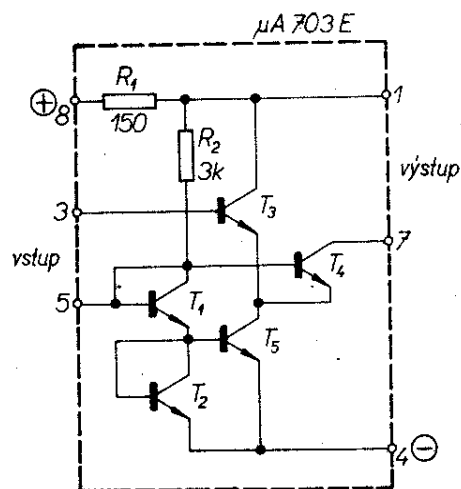
Mf zesilovač nové koncepce s těmito speciálními obvody se vyznačuje mimo jiné malým lineárním zkreslením (0,3 %) a vyhovující selektivitou při citlivosti 2  $\mu$ V pro signál/šum = 30 dB. Jeho celkové zapojení je na obr. 36; je osazen čtyřmi IO typu  $\mu$ A703E, z nichž každý (při velmi malém fázovém zkreslení a při necitlivosti na signály AM) má napěťový zisk 25 dB.

Integrovaný obvod  $\mu$ A703E (viz obr. 37) se skládá z pěti tranzistorů a dvou odporů a je umístěn v pouzdře TO-5 (pouzdro běžného tranzistoru středního výkonu). Představuje rozdílový zesilovač tvořený tranzistory  $T_3$  a  $T_4$ . Jejich pracovní body jsou nastaveny děličem z odporů  $R_1$  a  $R_2$  a tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ , zapojených jako diody, přičemž tranzistorem  $T_5$  je stabilizován jejich kolektorový proud. (Z hlediska předpětí je obvod uzavřen přes vazební cívku mf transformátoru). Obdobně se přivádí kolektorové napětí na  $T_4$  přes primární vinutí mf transformátoru. Stabilizační účinek  $T_1$  a  $T_2$  se příznivě projevuje při změnách teploty okolí.

Vývody 3 a 5 tvoří vstup a vývody 1 a 7 tvoří výstup IO. Všechny tranzistory ( $T_1$  až  $T_5$ ) mají vzhledem k výrobě stejnou technologii na jedné destičce stejně



Obr. 36. Zapojení mf části špičkového přijímače SIE-MENS KLANGMEISTER RS 90 se čtyřmi speciálními integrovanými obvody  $\mu A703E$



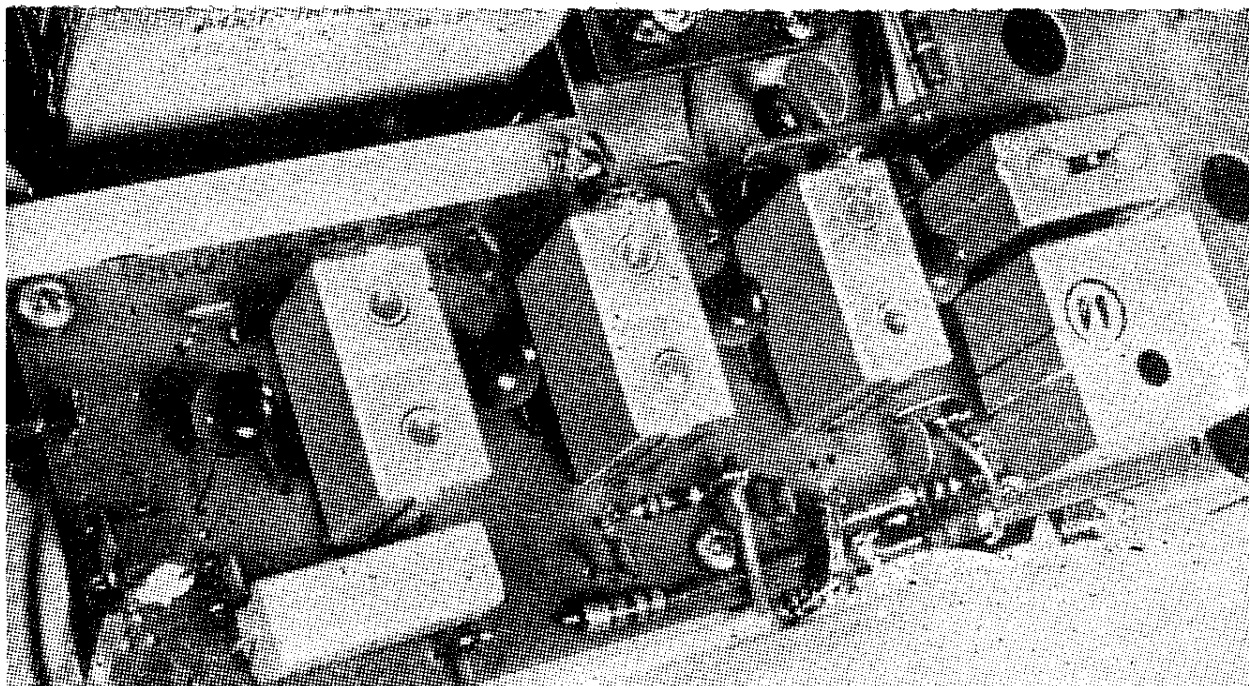
Obr. 37. Vnitřní zapojení  $\mu A703E$

elektrické vlastnosti a proto se chovají při jakýchkoli vnějších vlivech stejně. Je-li např. tranzistor  $T_3$  buzen do své báze příliš velkým signálem, pak dojde k limitaci a kolektorový proud  $T_4$  má obdélníkový (lichoběžníkový) průběh se stejným kmitočtem a zůstává konstantní i při dále se zvětšující úrovni vstupního signálu. Významné je, že po limitaci nepřejde tranzistor  $T_4$  do oblasti saturace a že střídavé výstupní napětí zůstává ve správném poměru k provoznímu (napájecímu) napětí. Při správném návrhu mf zesilovače s IO tohoto typu se dosáhne těchto výhod:

1. Výstupní vf napětí je konstantní i při značně velkém a kolísajícím vstupním signálu (výstupní impedance je prakticky nezávislá na vstupním napětí),
2. Vstupní impedance se nepatrně zmenší, což při optimální vazbě mf transformátorů dovoluje dosáhnout příznivější (tj. větší) šířky pásma.

Vzhledem k samostatnému stupňovitě působícímu omezování mf signálu mohlo odpadnout automatické řízení zesílení mf zesilovače a současně je též zamezeno případnému zpětnému působení. Mezi přednostmi patří i necitlivost zesilovače ke kolísání napájecího napětí.

Z celkového zisku čtyřstupňového zesilovače (92 dB) vyplývají pochopitelně určité konstrukční problémy, neboť (při nevhodném rozložení součástí a jejich sledu) již nepatrné zpětné působení výstup-



Obr. 38. Pohled na mf část přijímače SIEMENS RS 90 osazenou čtyřmi  $\mu A703E$

ního signálu na vstup podmiňuje vznik vlastních kmitů včetně deformace výsledné kmitočtové charakteristiky. Proto je nutné při návrhu rozložení součástí dodržet směr elektrické cesty signálu (to je zřejmé i z obr. 38, kde je pohled na tento mf zesilovač).

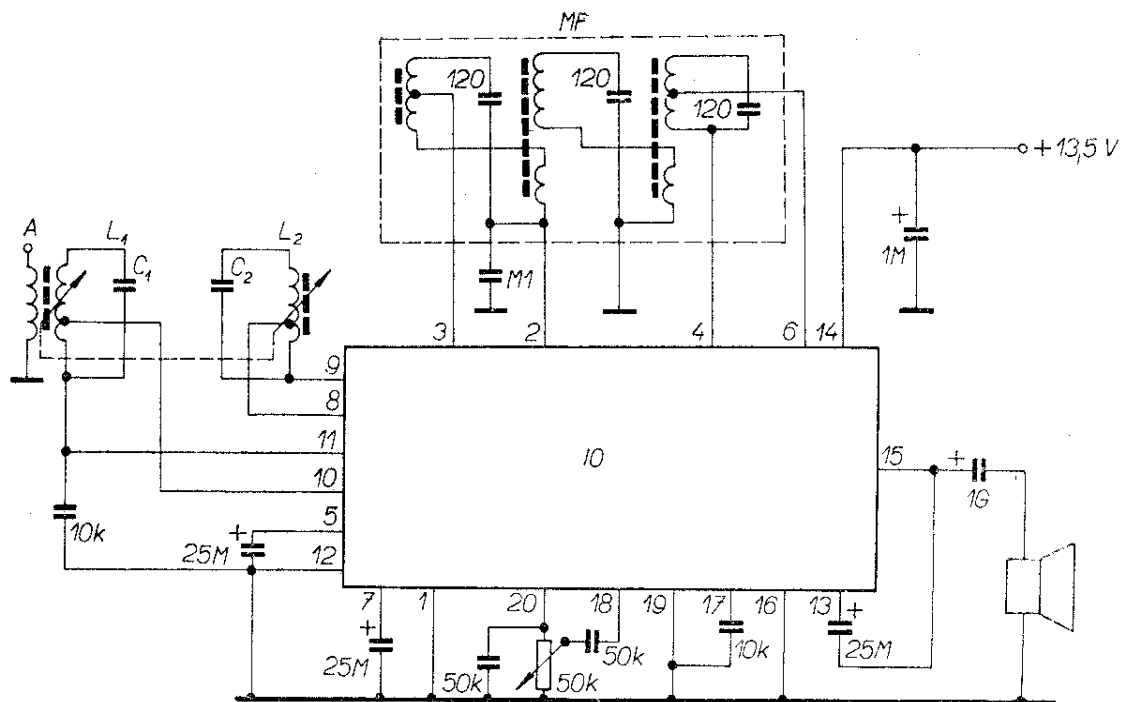
K celkovému zapojení zbývá říci již jen několik slov. Detekce je uskutečněna klasickým poměrovým detektorem, připojeným na poslední mf obvod. Symetrie se dosahuje nastavením potenciometru  $R_{25}$ . Deemfázi s časovou konstantou 50  $\mu s$  zajišťuje dvojitý člen RC ( $R_{20} + C_{38}$  a  $R_{21} + C_{39}$ ) na výstupu detektoru. Z filtračního členu  $R_{17}C_{37}$  se odebírá řídicí napětí pro automatické doladování kmitočtu (ADK). K nf výstupu je připojen indikátor vyladění V ( $\pm 100 \mu A$ , s nulou uprostřed) s předřadným odporovým trimrem 68 k $\Omega$ . Z technických vlastností budiž ještě uvedeno, že limitace nastává při vstupním signálu větším 500  $\mu V$ , potlačení AM je lepší 50 dB, šířka pásma poměrového detektoru je 600 kHz, signál pro ADK je  $\pm 0,5 V$ , vstupní impedance je 1,5 k $\Omega$ , výstupní impedance 8,2 k $\Omega$  a výstupní napětí asi 400 mV (závisí na zatěžovacím odporu, tj. na vstupní impedanci navazujícího dekodéru).

#### Přijímač s jediným integrovaným obvodem

Na rozdíl od výše uvedených případů někteří výrobci jdou tak daleko, že se snaží všechny aktivní prvky v přijímači nahradit jedním integrovaným obvodem. Příkladem takovéto koncepce je zapojení autoradia na obr. 39. Neobvyklými principy řešení (tj. vypuštěním vf předzesilovače, novým řešením směšovače a užitím jednoho trojitého vnějšího mf obvodu v mf zesilovači) se podařilo zmenšit počet vývodů i tak složitého integrovaného obvodu na únosnou míru.

Též rozložení obvodů na nosném substrátu muselo být koncipováno velmi uvážlivě s ohledem na oteplení koncových tranzistorů a jeho nežádáný vliv na směšovač, mf zesilovač a stupeň AVC. Uvážíme-li dále, že koncový pár tranzistorů má ztrátový výkon 3 W a že celý IO je uzavřen v plastickém pouzdře DIL (dual-inline) s dvaceti vývody ve dvou řadách, je jasné, že konstruovat tento integrovaný obvod nebylo maličkostí. Pro odvádění tepla má IO kovový „praporec“, tj. příchytku, k níž se připevňuje chladič (popř. nezapojená volná plocha měděné fólie použité destičky s plošnými spoji).





Obr. 39. Zapojení moderního rozhlasového přijímače (autorádia), osazeného pouze jedním integrovaným obvodem

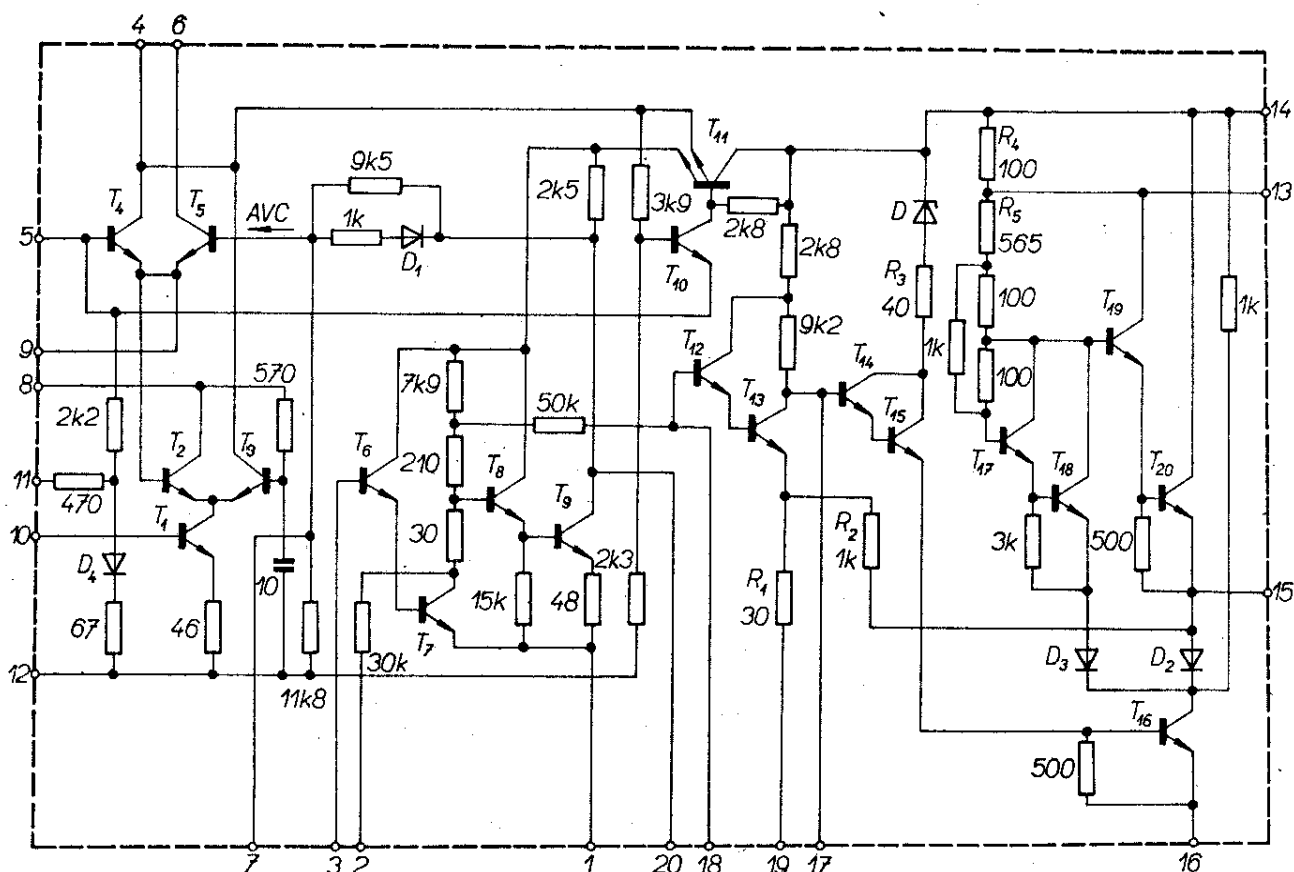
Všimněme si blíže celkového zapojení IO, které je na obr. 40. Směšovač – vzhledem k tomu, že pracuje bez vf předzesilovače – musí být schopen zpracovat slabé i extrémně silné signály, aniž by byl nf signál po detekci zkreslen. Zajímavé je, že mf zesilovač má při slabých signálech mnohem větší zesílení než běžné zesilovače, neboť používá kaskádové zapojení tranzistorů  $T_5$  a  $T_1$ . Směšovací zisk (tj. poměr výstupního napětí mf zesilovače k výstupnímu napětí vf dílu) je asi 41 dB včetně ztrát ve filtru.

Vstupní tranzistor  $T_1$  je zapojen jako zdroj proudu (s malým zkreslením); je připojen na vstupní laděný obvod, vlastně na jeho odbočku (vývod 10). Ačkoli pracuje s proudem 2 mA, může zpracovat špičkové signály až 100 mV. Výstupní signál z  $T_1$  je přiveden na emitorově vázanou dvojici tranzistorů  $T_2$  a  $T_3$ , která tvoří oscilátor. Signál oscilátoru (laděného obvodem  $C_2L_2$ ) se z vývodů 8 a 9 dostává na další emitorově vázanou dvojici  $T_4$  a  $T_5$  (směšovač), kde kolektor tranzistoru  $T_5$  je již navázán na primární obvod trojitěho mf transformátoru (vývod 6). Mf obvod vybere rozdílový signál o mf kmitočtu, přičemž amplituda signálu je ovládána napětím AVC, zavedeným do báze  $T_5$ .

(AVC zaručuje účinné řízení zesílení přes celý dynamický rozsah přijímače, tzn. 90 dB.) Tranzistory  $T_4$  a  $T_5$  mají exponenciální charakteristiky a pracují s proměnným zesílením a malým zkreslením. Výstup posledního laděného obvodu trojitěho mf obvodu je přiveden na vývod 3, což je vstup mf zesilovače začínajícího tranzistorem  $T_6$ .

Mf tranzistor  $T_6$  pracuje jako emitorový sledovač, tzn. ve funkci impedančního měniče. Jeho emitorový odpor tvoří přechod báze-emitor následujícího zesilujícího stupně  $T_7$ , z jehož kolektoru je galvanickou vazbou (za odporem 210  $\Omega$ ) přiveden signál na další sledovač  $T_8$ , oddělující vlastní mf zesilovač od tranzistorového detektoru  $T_9$ . Z kolektoru  $T_9$  se odebírá jednak napětí pro AVC, jednak nf signál. Nf signál se vede z vývodu 20 na regulátor hlasitosti.

Pracuje-li přijímač v těsné blízkosti silného vysílače, může dojít k tomu, že úroveň vf signálu bude větší než 100 mV. Pak se tranzistor  $T_1$  dostane do saturace a uzavře průchod vstupnímu signálu. To však neovlivní funkci směšovače, který je navržen na zpracování vstupního signálu až do úrovně 500 mV při 30% hloubce modulace.



Obr. 40. Vnitřní zapojení integrovaného obvodu fy PLESSEY. IO plní všechny funkce součástí standardního tranzistorového přijímače

Vzhledem k tomu, že trojitý mf transformátor představuje obvod tzv. „soustředěné selektivity“, není třeba již žádného dalšího mf transformátoru. A protože IO je navržen tak, že pro mf představuje minimální zátěž ( $T_6$  má velkou vstupní a  $T_5$  velkou výstupní impedanci), je možno plně využít značného činitele  $Q$  mf transformátorů, které vlastně pracují naprázdno.

Zisk mf zesilovače je 40 dB, tedy stejný, jako je zisk směšovače. Detektor je lineární od úrovně signálu 100 mV; obvykle pracuje s napětím 200 mV. Aby nedocházelo k nežádané kladné vazbě mezi vf a mf obvody přes zdroj, musí být zdroj velmi účinně blokován. Totéž se týká i mf a nf zesilovače. Nejprísnejší podmínky však platí pro emitorově vázané tranzistory  $T_4$  a  $T_5$ , neboť tento obvod je mimořádně citlivý.

Vlastní blokovací obvod je opět neobvyklého typu. Tvoří jej dvouemitorový tranzistor  $T_{11}$ , přes nějž je odděleně napájen směšovač a mf zesilovač (mf zesilovač s detektorem  $T_6$  až  $T_9$  z jed-

noho emitoru, vf tranzistory  $T_1$  až  $T_5$  z druhého emitoru  $T_{11}$ ).

Nf zesilovač obsahuje devět tranzistorů, dvě diody, jednu Zenerovu diodu a 14 odporů. Nf signál, přiváděný z běžce potenciometru (vývod 18) vstupuje na bázi prvního stupně nf předzesilovače  $T_{12}$ , pracujícího v zapojení se společným kolektorem s velkou vstupní impedancí. Tranzistor  $T_{12}$  budí (galvanická vazba) tranzistor  $T_{13}$ , jehož přechod báze-emitor představuje pracovní odpor pro  $T_{12}$ . Odpor  $R_1$  zavádí do emitoru  $T_{13}$  zápornou zpětnou vazbu z výstupu zesilovače (vývod 15), spolu s odporem  $R_2$ . Zisk celého nf zesilovače je definován velikostí a poměrem těchto odporů.

Výkonový zesilovač tvoří tranzistory  $T_7$  až  $T_{20}$ . Koncové tranzistory  $T_{16}$  a  $T_{20}$  snesou proud až 1A a mají až do maximálního kolektorového proudu velké zesílení. Tranzistor  $T_{16}$  pracuje současně jako invertor a budič pro tranzistor  $T_{20}$ ; toto zapojení je velmi výhodné, neboť se vystačí v koncovém stupni s tranzistory stejného vodivostního typu –

v daném případě tedy s tranzistory n-p-n. (Obdobně je zapojen i integrovaný nf zesilovač TESLA MA0403 – viz RK 6/70, str. 22 až 25).

Tranzistor  $T_{17}$  a dioda  $D_3$  řídí klidový proud koncového stupně. Tato část obvodu je velmi dobře přizpůsobena koncovým tranzistorům, a to díky společnému technologickému výrobnímu pochodu. Proto je klidový proud koncových tranzistorů přesně definován a nemění se s teplotou, jak tomu bohužel bývá v obvyklém obvodu osazeném diskretními součástkami. Z toho plynou dvě přednosti: jednak zůstane zkreslení malé za všech okolností (3 % při 2,5 W), jednak změny charakteristik vlivem zvýšené teploty koncové dvojice (které mohou vést až k její destrukci proražením) zde nemohou nastat.

Jestliže se vyskytne na vstupu nf zesilovače příliš velké napětí (tj. na bázi

$T_{12}$ ), tranzistor  $T_{12}$  se otevře, čímž se otevře i tranzistor  $T_{13}$ , který (vlivem napětového úbytku na  $R_3$ ) uzavře koncový stupeň. Touto „pojistkou“ jsou koncové tranzistory chráněny proti přetížení.

Vlivem připojení společného bodu odporů  $R_4$  a  $R_5$  (vývod 13) přes kondenzátor  $C_3$  na výstup zesilovače je zavedena do zesilovače slabá kladná zpětná vazba, jejímž účinkem se relativně prodlouží charakteristika budiče  $T_{19}$  a tak zvětší výstupní výkon asi o 10%. Přes tento zásah nepřekročí tvarové zkreslení při jmenovitém výkonu (3 W) 8 % (při 2,5 W 2,5 %).

Integrovaný obvod je výrobkem firmy PLESSEY, která je mimo jiné známa výrobou monolitických nf zesilovačů v integrované formě (IC-10, SL420 a další).

## Konstrukční část

### Dvourozsahový tranzistorový přijímač

V dalším textu bude popsána konstrukce sedmitranzistorového přijímače stolního typu pro příjem na středních a krátkých vlnách, napájeného dvěma plochými bateriemi.

Protože předpokládáme, že jeho koncepcí zaujme mnohé čtenáře, je jeho popis včetně konstrukčních částí podrobně rozepsán formou stavebního návodu, přičemž nejsou opominuty nezbytné podrobnosti mechanické konstrukce, povrchové úpravy skříně apod.

### Technické vlastnosti

Osazení:  $T_1$  – AF127 (GF516, GF505),  
 $T_2, T_3$  – AF127, (GF516, GF505),  
 $T_4, T_5$  – BC108 (KC508),  
 $T_6$  – AC176 (GC520K),  
 $T_7$  – AC153 (GC510K),  
 $D$  – GA203.

Napájení: 9 V (příkon asi 1,2 W).

Odběr ze zdroje: 14 až 90 mA.

Výstupní výkon: 1 W (na referenčním

kmitočtu 1 kHz) při nelineárním zkreslení asi 2 %.

Vlnové rozsahy: SV – 527 kHz až 1 525 kHz, KV – 5,7 MHz až 8,6 MHz.

Vysokofrekvenční citlivost: lepší než 0,2 mV/m.

Nízkofrekvenční citlivost: (pro výstupní výkon 0,25 W): 20 mV.

Koncový stupeň: dvojitý, s doplňkovou dvojicí, bez budicího a výstupního transformátoru, výstupní impedance 4  $\Omega$ .

Kmitočtová charakteristika nf části: 50 Hz až 20 kHz, –3 dB (měřeno na zatěžovacím odporu  $R_z = 5 \Omega$ ).

Diodový výstup: výstupní impedance 27 k $\Omega$ , výst. signál asi 100 mV.

Rozměry: 68  $\times$  140  $\times$  252 mm (hloubka, výška, šířka).

Váha: asi 1,5 kg.

Anténa: vestavěná feritová.

Volba vlnových rozsahů, vypínání a zapínání přijímače: tlačítkovým přepínačem.

Propojení: metodou plošných spojů na jedné destičce 123  $\times$  100 mm. Přípojka pro druhý reproduktor (reproduktorovou skříň), ručkový indikátor vyhlášení.

## Popis zapojení

### Vysokofrekvenční a mf část

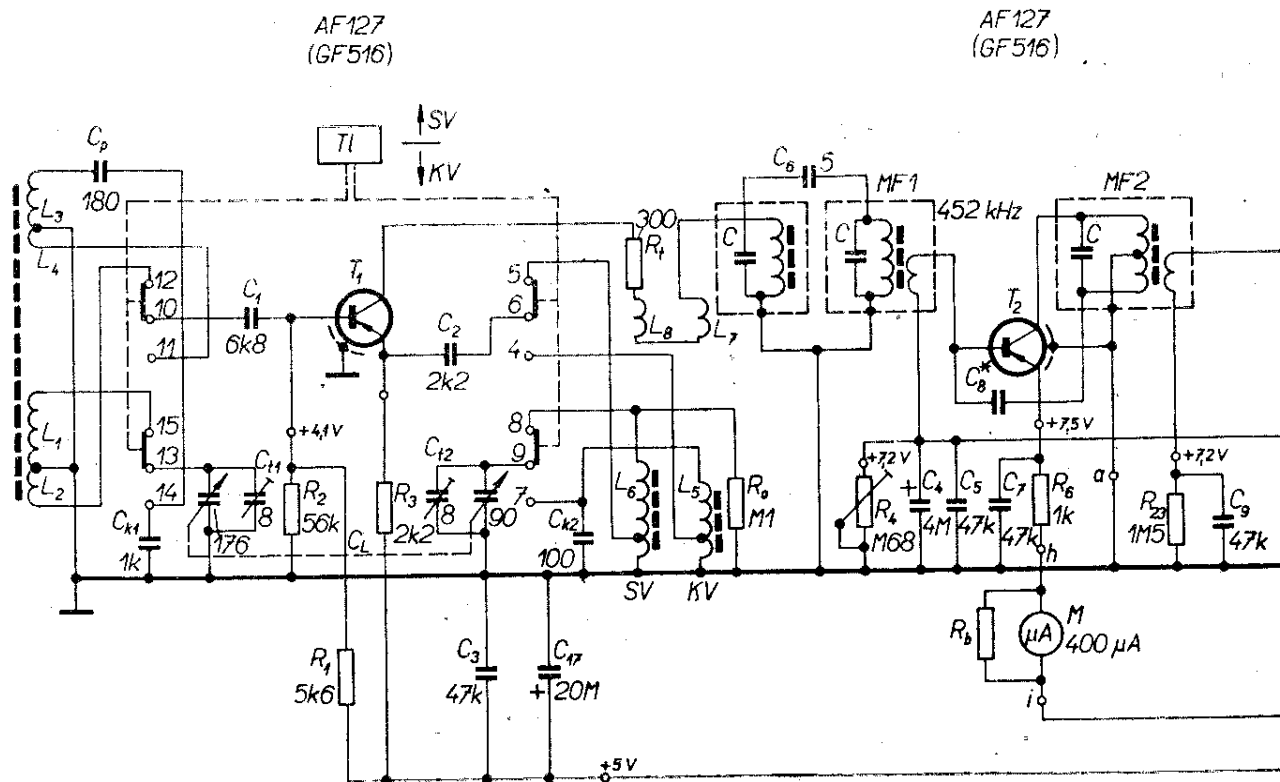
Zapojení celého přijímače je na obr. 41. Přijímané signály se indukují do vinutí  $L_3$  (krátké vlny) nebo  $L_1$  (střední vlny), které s jednou polovinou ladicího kondenzátoru  $C_L$  tvoří vstupní laděný obvod. (Paralelně k ladicímu kondenzátoru vstupního obvodu je připojena vždy jen jedna z uvedených cívek, a to podle toho, které vlnové pásmo je zvoleno tlačítkovým přepínačem). Obvodem  $L_1C_L$  (nebo  $L_3C_L$ ) se tedy vyladuje signál žádaného vysílače. Nakmitaný signál postupuje z vazebního vinutí  $L_4$  ( $L_2$ ) přes oddělovací kondenzátor  $C_1$  na bázi tranzistoru  $T_1$ , kde se mísí aditivním směřováním se signálem oscilátoru. Potřebné předpětí báze vstupního tranzistoru se získává na odporovém děliči, složeném z odporů  $R_1 + R_2$ .

Obvod oscilátoru je laděn změnou kapacity druhé poloviny ladicího kondenzátoru  $C_L$  v souběhu se vstupním obvodem, tj. tak, aby po aditivním smísení vstupního a oscilátorového signálu

vznikl signál o mf kmitočtu 452 kHz. Laděný obvod oscilátoru pro rozsah KV se kládá z paralelně spojené kombinace kondenzátoru  $C_L$  a cívky  $L_5$ , pro SV pak z  $C_L$  a  $L_6$ . (Vzhledem k tomu, že se v přijímači používá nesouměrný ladicí kondenzátor, je padingový – souběhový – kondenzátor  $C_p$  v přívodu od „živého“ vývodu vinutí  $L_3$  k vstupní polovině duálu  $C_L$ , tzn. na rozsahu KV!).

Laděný obvod oscilátoru je přizpůsoben impedanci emitoru  $T_1$  tím, že je vázán oddělovacím kondenzátorem  $C_2$  na odbočku vinutí  $L_8$  (nebo  $L_5$ ). Vzhledem k tomu, že pro dostatečnou amplitudu signálu oscilátoru na rozsahu KV je nutno, aby kolektorový proud tranzistoru  $T_1$  byl větší než na rozsahu SV, je vinutí  $L_6$  (SV) zatlumen odporem  $R_0$ . (Volí se podle individuální potřeby v mezích 80 k $\Omega$  až 300 k $\Omega$ ). Zpětnovazební napětí oscilátoru vzniká na vinutí  $L_8$  ( $L_7$ ), které je zařazeno v obvodu kolektoru  $T_1$ . U vinutí  $L_8$  je navíc použit tlumicí odpor  $R_t$  (v sérii s vinutím), který omezuje příliš značně oscilační napětí tak, aby nedocházelo k nežádoucím hviz-

Obr. 41. Celkové zapojení sedmitranzistorového dvourozsahového přijímače s nf výkonem 1 W, vybaveného indikátorem vyladění ( $C_{K1}$  má být správně 100 pF)



dům při přeladování na středních vlnách.

S ohledem na změny dynamických veličin tranzistoru (změnou velikostí napájecího napětí za dlouhodobého provozu či stárnutím baterií), jsou oba laděné obvody (tj. SV a KV) vázány s elektrodami tranzistoru jen zcela volně. K omezení teplotních změn přispívá stabilizace bázevým děličem  $R_1 + R_2$  a dále účinek emitorového odporu  $R_3$ .

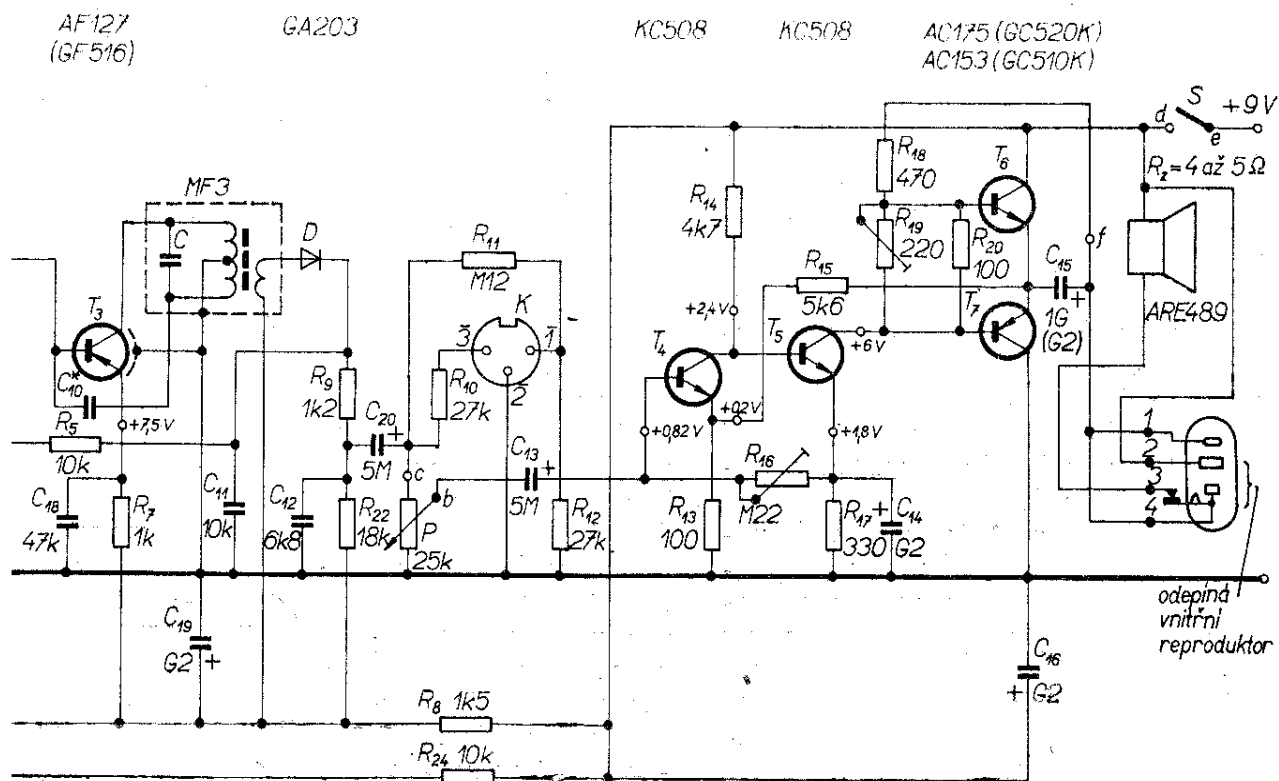
Z hlediska vf a mf signálu pracuje tranzistor  $T_1$  jako zesilovač se společným emitorem (SE), z hlediska oscilátoru pak v zapojení se společnou bází (SB). Protože se stanice na SV ladí nesouměrným ladicím kondenzátorem, odpadá obvyklý souběhový kondenzátor – padding. Naproti tomu se s ním setkáme na rozsahu KV, kde upravuje kapacitu vstupní části ladicího kondenzátoru na potřebnou velikost.

Jako první stupeň mf zesilovače pracuje obvod s dvojítm mf transformátorem (pásmová propust) s mf kmitočtem 452 kHz a s kapacitní vazbou kondenzátorem  $C_6$ . Tento dvojitý obvod dodává přijímači potřebnou selektivitu; jeho rezonanční charakteristika se daleko více blíží ideálnímu obdélníkovému průběhu, než charakteristika jednoduchého

laděného obvodu, používaného ve standardních zapojeních kapesních tranzistorových přijímačů. Výhodou tohoto zapojení je menší nebezpečí vzniku křížové modulace (parazitním směřováním dvou sousedních stanic), i když  $T_2$  pracuje vlivem řízení AVC v nelineární části charakteristiky.

Velikostí kapacity kondenzátoru  $C_6$  je dán stupeň vazby, který určuje, zda je vazba nadkritická či podkritická.

Báze prvního mf tranzistoru  $T_2$  je připojena k vazebnímu vinutí druhého laděného obvodu MF1, jímž je přizpůsoben její malý vstupní odpor k velkému odporu laděného obvodu pásmové propusti. Předpětí báze se získává z děliče tvořeného odpory  $R_5$  a  $R_4$  ( $R_4$  je odporový trimr, jímž se seřizuje nejvhodnější pracovní bod mf tranzistoru  $T_2$ ). Při zmenšování  $R_4$  (až asi do 0,1 M $\Omega$ ) se zvětšuje citlivost mf zesilovače, současně se však zvětšuje kolektorový proud a tím i nežádáný šum. (Poměrná velikost šumu je ovlivněna i proudovým zesilovacím činitelem  $h_{21E}$  použitého tranzistoru. Z toho důvodu nemá být větší než 100). Za emitorovým odporem  $R_6$  je zapojeno ručkové indikační měřidlo, které v klidovém stavu (tj. bez signálu) ukazuje



velikost kolektorového proudu  $T_2$ . Při příjmu nějaké stanice – vlivem účinku AVC (automatického vyrovnávání citlivosti) – indikuje zmenšení kolektorového proudu, úměrného síle pole v místě příjmu. Pokles kolektorového proudu je tím větší, čím silnější je zachycený signál. Emitorový odpor  $R_6$  je vysokofrekvenčně blokován kondenzátorem  $C_7$ .

(Pozn.: v prototypu byla odzkoušena indikace, využívající měření napětového úbytku na kolektorovém odporu – viz bod a v zapojení. Indikace však nebyla dostatečně výrazná, proto byla dána přednost výše popsánému způsobu).

V kolektorovém přívodu tranzistoru  $T_2$  je pouze jednoduchý laděný obvod MF2. Z jeho neladěného vazebního vinutí přechází zesílený mf signál na mf tranzistor  $T_3$  k dalšímu zesílení. Předpětí báze  $T_3$  je získáno jednoduchým předřadným odporem  $R_{23}$ , blokováným kondenzátorem  $C_9$ . Stabilizaci pracovního bodu zajišťuje emitorový odpor  $R_7$ , blokováný kondenzátorem  $C_{18}$  na zem. Oba mezifrekvenční tranzistory jsou napájeny ze samostatné větve, napětí se filtruje členem RC ( $R_8$ ,  $C_{19}$ ). Toto samostatné napájení zabraňuje vzniku nežádané kladné vazby při vybitých bateriích; navíc pak samostatné napájení oscilátoru  $T_1$  přes filtrační člen  $R_{24}C_{17}$ , jehož odpor  $R_{24}$  je poměrně velký (10 kΩ), zajišťuje spolehlivou činnost oscilátoru i při značném zmenšení napájecího napětí.

Také v kolektorovém přívodu tranzistoru  $T_2$  je pouze jednoduchý mf obvod MF3, z jehož vazebního vinutí je napájena detekční dioda  $D$ . Zbytky vf signálu jsou odstraněny kondenzátorem  $C_{11}$ . Jako pracovní odpory diodového detektoru slouží  $R_9$  a  $R_{22}$ , přičemž  $R_{22}$  je blokován kondenzátorem  $C_{12}$  (jehož kapacita nesmí být příliš velká, neboť by omezovala přenos vysokých tónů).

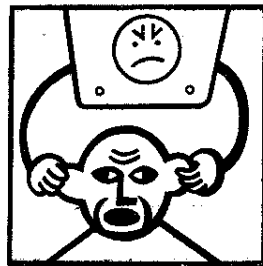
Zapojení detektoru je poněkud neobvyklé; to proto, že v mf části jsou použity germaniové tranzistory p-n-p, zatímco v nf části křemíkové tranzistory typu n-p-n. Pro splnění požadavku společného zemnicího spoje (záporný pól baterie) byly tedy nutné některé odchylky od běžného zapojení. Tak např.

regulátor hlasitosti není zatěžovacím odporem detektoru. K vlastnímu zatěžovacímu odporu  $R_{22}$  je připojen vazebním kondenzátorem  $C_{20}$ . Z běžce regulátoru hlasitosti  $P$  se odebrává nf signál k dalšímu zpracování v nf zesilovači.

Za vazebním kondenzátorem  $C_{20}$  je odporový dělič z odporů  $R_{11} + R_{12}$ , z jejichž společného bodu (impedance asi 27 kΩ) se přivádí část nf signálu na dutinku 1 normalizovaného konektoru. Tento konektor tvoří tzv. diodový výstup a je umístěn přímo v desce s plošnými spoji (je přístupný ze zadní strany přijímače). Odtud je možno odebírat nf signál např. pro nahrávání na magnetofon, přičemž poloha regulátoru hlasitosti nemá vliv na jeho úroveň.

Kondenzátory  $C_8$  a  $C_{10}$  je zavedena neutralizace z kolektoru mf tranzistorů  $T_2$  a  $T_3$  do jejich bází. Přes odpor  $R_5$  se přivádí regulační napětí pro automatické vyrovnávání citlivosti z obvodu detektoru do báze prvního mf tranzistoru  $T_2$ .

AVC pracuje následovně: po detekci vznikne na pracovním odporu detektoru  $R_9 + R_{22}$  nejen nf signál, ale i stejnosměrné napětí, jehož velikost je přímo úměrná intenzitě přijímaného vf signálu. Toto napětí se přivádí z detektoru na vstup mf zesilovače, kde pracuje proti předpětí báze tranzistoru  $T_2$ . Čím silnější je tedy vf signál, tím větší kladné napětí vzniká na pracovním odporu (při vhodně pólované detekční diodě  $D$ ) a – přivedeno na bázi  $T_2$  – tím více tento tranzistor přivírá. Tím se zmenšuje kolektorový proud tranzistoru a pocho-pitelně i jeho zesílení. Tak se automaticky řídí zesílení mf stupně při příjmu signálu silných stanic, neboť jinak by docházelo k přebuzení (tzv. „zahlcení“) posledního mf stupně i koncového nf zesilovače. Stejnosměrné regulační napětí AVC je filtrováno kondenzátorem  $C_4 + C_5$ . Velikost kapacity kondenzátoru  $C_4$  smí být jen několik  $\mu\text{F}$  – asi 2 až 4  $\mu\text{F}$ . Vyrovnávacím účinkem tohoto kondenzátoru se totiž udržuje předpětí na určité úrovni – nemění tedy svou



velikost okamžitě. (Tak by tomu bylo, kdyby tento kondenzátor byl vypuštěn). Naproti tomu by při příliš značné kapacitě tohoto kondenzátoru (např. 20 a více  $\mu\text{F}$ ) byla časová konstanta členu  $R_5 C_4$  příliš velká, takže při přeladění z místní stanice na jinou by se zesílení samočinně upravilo (zvětšilo) až po několika vteřinách.

Vzhledem k tomu, že odpory  $R_4$ ,  $R_5$  a dioda  $D$  tvoří napěťový dělič, je pracovní bod této diody nastaven do takové polohy, že detekuje i velmi slabé signály.

Z uvedeného vyplývá, že je nutno zachovat správnou polaritu detekční diody, nemá-li dojít k narušení její činnosti a požadovaného účinku AVC. Špatně pólovanou diodu poznáme podle toho, že každá silnější stanice doslova „burácí“, neboť AVC pak působí jako kladná zpětná vazba (včetně tvarového zkreslení) a při ladění se mohou projevit i hvizdy. Dále pak tuto špatnou činnost prozradí ručka indikátoru vyladění, jejíž výchylka se musí při vyladění na místní silný vysílač zmenšit (zmenší se kolektorový proud  $T_2$ ); zvětší-li se výchylka, je pólování diody chybné!

Kapacity neutralizačních kondenzátorů jsou voleny tak (zkusmo), aby bylo zesílení mf stupňů co největší (kontrolováno např. poslechem), avšak aby nedošlo k nestabilitě mf zesilovače (což se projevuje zkreslením a pískotem, popř. „vy-mizením“ pořadu vyladěného vysílače, na jehož místo nastoupí táhlý interferenční hvizd). Jejich kapacita je řádu jednotek pF.

#### *Nízkofrekvenční část*

Na běžec potenciometru pro řízení hlasitosti  $P$  navazuje oddělovacím kondenzátorem  $C_{13}$  čtyřtranzistorový třístupňový nf zesilovač. Nf zesilovač se mimo značné citlivosti vyznačuje velmi malým tvarovým a intermodulačním zkreslením. Proto – při použití dobré reproduktorové skříně – (např. MAR 03 – viz popis v AR 6/1971) je reprodukce přijímače z hlediska věrnosti velmi příjemná. I při použití vestavěného reproduktoru tzv. nové řady TESLA Valašské Mezi-

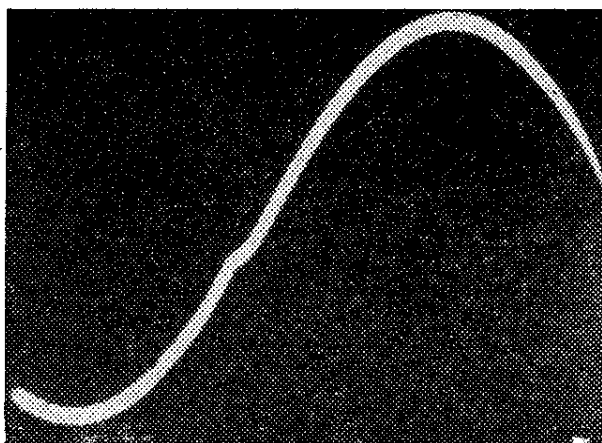
říčí – např. ARE489 o impedanci  $4\Omega$  je reprodukce lepší, než jakou jsme zvyklí slyšet z reproduktorů mnohých továrních přijímačů této třídy.

Koncový stupeň zesilovače je protitaktní a pracuje v hospodárné třídě B – odběr proudu je úměrný hlasitosti reprodukce. Je osazen dvojicí doplňkových tranzistorů ( $T_7$  – p-n-p,  $T_8$  – n-p-n) GC520K/GC510K.

Celý zesilovač je stejnosměrně vázaný, což má blahodárný vliv na jeho přenosovou charakteristiku, neboť tak odpadají jinak nezbytné vazební kondenzátory, zhoršující přenos v oblasti nízkých kmitočtů. (A právě ty jsou v reprodukci zvláště důležité). Harmonické (tvarové) zkreslení na referenčním kmitočtu 1 kHz je pouze 1,8 %. Maximální nf výkon koncové dvojice je 1 W, přesto není třeba pro chlazení koncových tranzistorů chladič velkých rozměrů.

Tranzistor  $T_4$  pracuje v zapojení se společným emitorem (SE). Jeho kolektorový pracovní odpor  $R_{14}$  tvoří současně odpor báze  $T_5$ , který je – podobně jako koncová dvojice – stejnosměrně vázaný. Nf signál po zesílení tranzistorem  $T_4$  přichází tedy přímo na bázi  $T_5$ , který pracuje též v zapojení SE a jako druhý stupeň představuje budič koncové dvojice. Na kolektoru  $T_5$  má již nf signál napětovou úroveň rovnou přibližně úrovni výstupního napětí. Jeho výkon je ovšem ještě malý, avšak postačující k vybuzení dvojice  $T_6 + T_7$ . Tyto koncové tranzistory jsou buzeny do bází, vzájemně propojených vyrovnávacími odpory  $R_{10}$  a  $R_{20}$ . A protože mají opačnou vodivost, vyvolává u nich budící signál rozdílný účinek. Tak např. při kladné půlvlně signálu na kolektoru  $T_5$  otvírá se  $T_6$ , protéká jím proud a napětí na něm se zmenšuje. Ve stejném okamžiku se tranzistor  $T_7$  uzavírá, jím protékající proud zaniká a mezi jeho elektrodami emitor-kolektor se napětí zvětšuje. V příští záporné půlvlně je tomu opačně. Nf napětí obou půlvln se „sčítá“ ve společném bodě emitorů  $T_6$  a  $T_7$ , takže na kmitací cívice  $R_2$  reproduktoru se objeví celé výkonově zesílené výstupní nf napětí.

Protože zesilovač pracuje – jak již bylo řečeno – ve třídě B, je jeho odběr ze zdroje



Obr. 42. Oscilogram odezvy sinusového napětí po průchodu nf zesilovačem (s nesprávně nastaveným, příliš malým klidovým proudem) vykazuje typické přechodové zkreslení

bez nf signálu minimální. Koncovou dvojicí protéká jen tzv. klidový proud, který však musí být zvolen velmi uvážene. Je-li totiž příliš malý, dochází k pozdnímu otevírání tranzistorů a nf signál je znehodnocen tzv. přechodovým zkreslením – obr. 42. Naproti tomu při příliš velkém klidovém proudu se pracovní režim přesune do třídy AB, popřípadě A, kdy tranzistory protéká zbytečně velký kolektorový proud, jímž se polovodiče nadměrně ohřívají. A ohřátím se – jak známo – u germaniových (méně již u křemíkových) tranzistorů zvětšuje zbytkový proud tak, že může dojít i k jejich destrukci.

Klidový proud a tím i pracovní režim koncové dvojice je nastaven odporovým trimrem  $R_{19}$ .

Velmi dobré vlastnosti tohoto druhu zesilovače (jako je poměrně malé tvarové a intermodulační zkreslení, vyrovnaná kmitočtová charakteristika a velká vstupní impedance minimálně zatěžující předcházející detekční obvod) jsou získány zápornou zpětnou vazbou. První smyčka zpětné vazby se uzavírá odporem  $R_{18}$  do báze  $T_4$  z emitoru  $T_5$  a je účinná jen pro stejnosměrný proud (pro nf signál je zkratována kondenzátorem  $C_{14}$ ). Určuje současně předpětí vstupního křemíkového tranzistoru  $T_4$  a stabilizuje jeho proud.

A protože celý zesilovač je stejnosměrně vázán, ovlivňuje i celkovou stabilitu zesilovače. Zvětší-li se např. z nějaké příčiny proud tranzistorem  $T_4$ , zvětší se úbytek na odporu  $R_{14}$  a napětí na kolektoru se zmenší. Tato změna se přenesla na bázi  $T_5$ , který se uzavírá. Tím se zmenší napětí na jeho emitorovém odporu  $R_{17}$  a tento pokles se přenáší přes  $R_{16}$  zpět na bázi  $T_4$  jako zmenšení předpětí. Tak se vrací kolektorový proud tranzistoru  $T_4$  směrem k původní hodnotě. Stabilizace pracuje pochopitelně i opačným směrem.

Druhá smyčka záporné zpětné vazby se uzavírá přes celý zesilovač přes odpor  $R_{15}$ . Přes tento odpor, který vytváří s  $R_{13}$  napěťový dělič, se přivádí část výstupního napětí, která působí proti vstupnímu napětí na emitoru  $T_4$ . Tato druhá vazba je účinná pro stejnosměrný i pro střídavý proud a má mohutnější účinek než první vazba. Její stupeň záleží na poměru odporů  $R_{15}/R_{13}$  a jejich velikosti. Čím menší je velikost odporu  $R_{15}$  (čím větší je  $R_{13}$ ), tím silnější je zpětná vazba, bohužel však i menší zesílení.

(Stupeň záporné zpětné vazby závisí i na proudovém zesilovacím činiteli nakrátko  $h_{21E}$  použitých tranzistorů. Záporná zpětná vazba je tím silnější (tj. účinnější), čím větší jsou zesilovací činitelé jednotlivých tranzistorů).

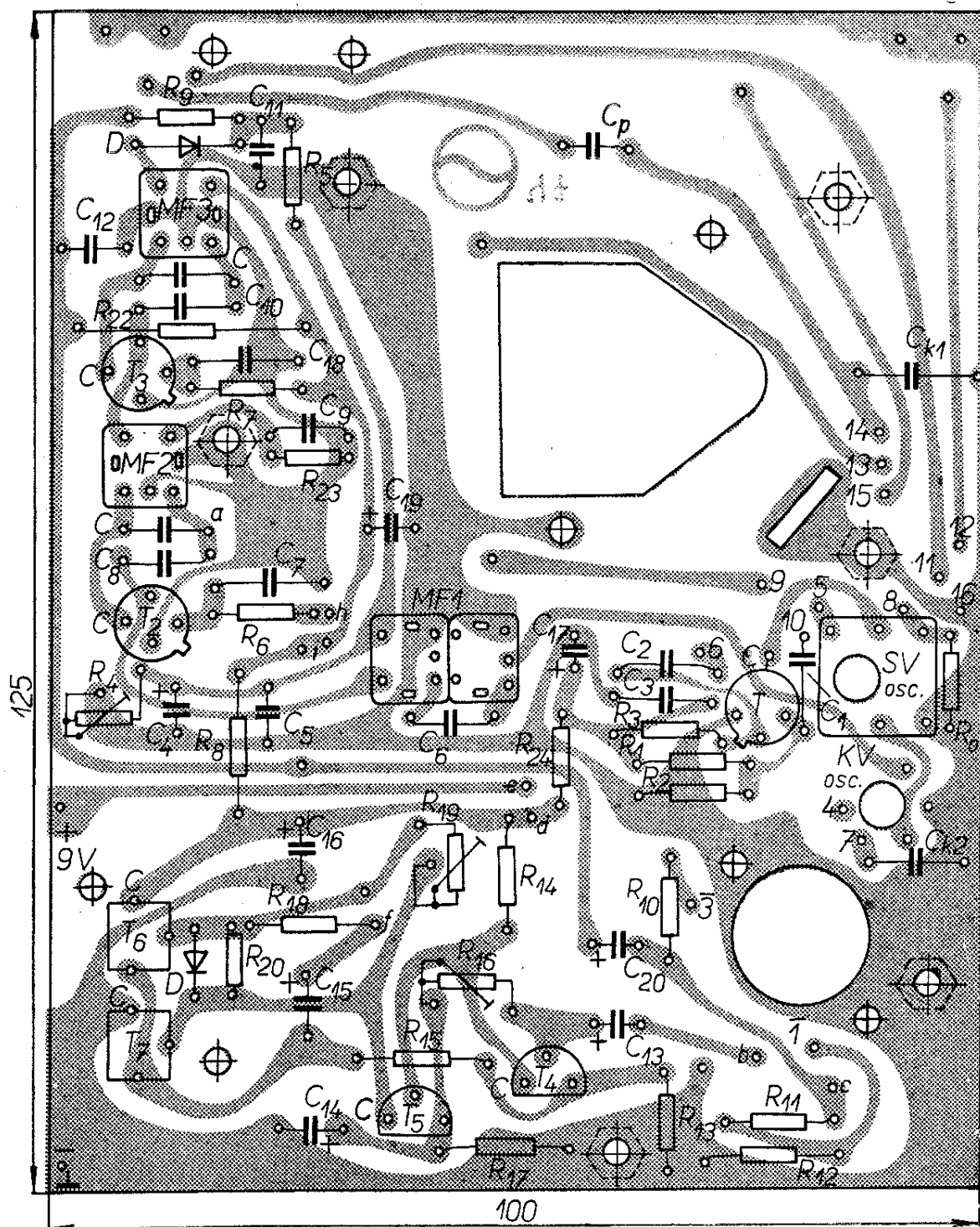
Protože je celý zesilovač stejnosměrně vázán, je nutné jeho první stupeň (popřípadě i druhý) osadit křemíkovým tranzistorem, který svým minimálním zbytkovým proudem  $I_{CBO}$  přispívá k teplotní stabilizaci pracovních bodů. (Kdyby byl první tranzistor germaniový a měl značný zbytkový proud, např. větší  $20 \mu A$ , pak při činitelích  $h_{21E}$  větších než 100 by otázka teplotní stabilizace byla velmi ošemetná). Odporový trimr  $R_{16}$  slouží k nastavení pracovních bodů celého zesilovače. Odpor  $R_{18}$  je pracovním odporem tranzistoru  $T_5$ . Jeho zapojením mezi reproduktor a vazební kondenzátor  $C_{15}$  s velkou kapacitou se kladnou vazbou dosáhne fiktivního prodloužení charakteristiky a tak zvětšení výstupního napětí asi o 10 %. Vzhledem k malému napájecímu napětí není nutno použít mezi bázemi doplňkové dvojice stabilizační diodu či termistor, ačkoli na jejich umí-



stění je v desce s plošnými spoji pamatováno.

Protože je vstupní impedance zesilovače asi 100 k $\Omega$ , může být kapacita vazebního kondenzátoru  $C_{13}$  poměrně malá, aniž by utrpěl přenos hlubokých tónů. Naproti tomu kapacita vazebního kon-

denzátoru  $C_{15}$  na výstupu musí být co největší. (Minimálně 200  $\mu$ F; při kapacitě 1 000  $\mu$ F je zaručen přenos kmitočtu 40 Hz/-3 dB). Totéž se týká i filtračního kondenzátoru  $C_{16}$ , který zkratuje pro nf signál vnitřní odpor zdroje napájecího napětí.



Obr. 43. Rozmístění součástí přijímače na destičce s plošnými spoji Smaragd E62

## Konstrukce přijímače

Převážná část přijímače je zapojena na destičce s plošnými spoji (obr. 43), na níž je montáž součástí velmi přehledná.

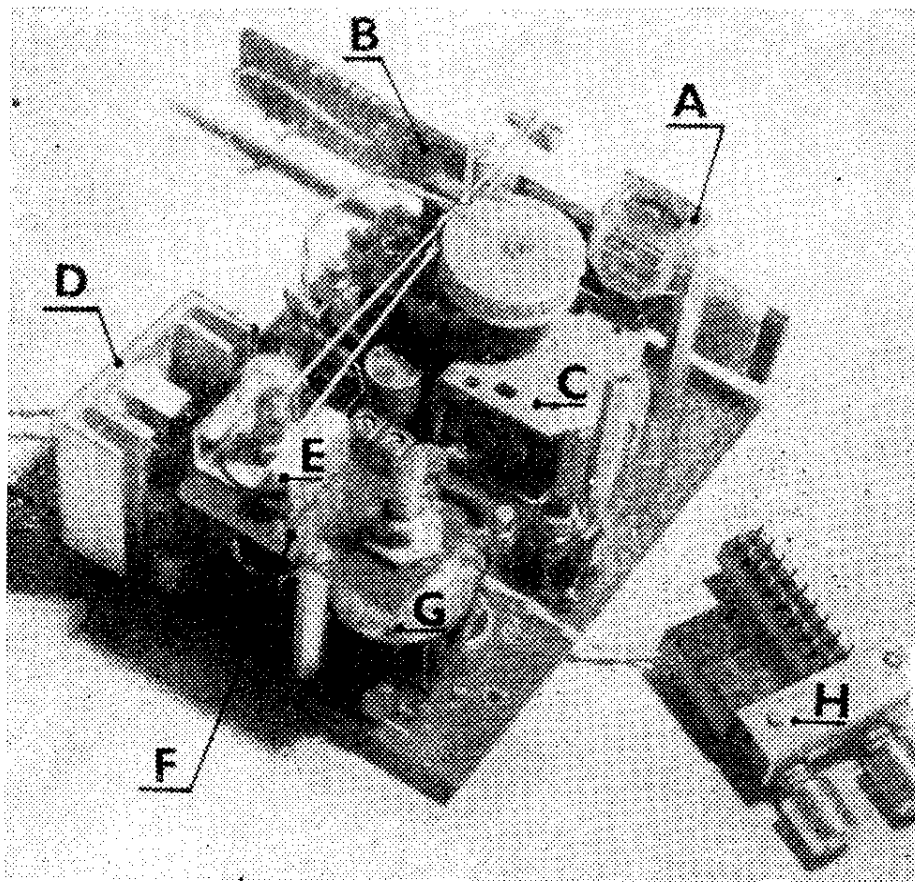
Všechny hrany desky nejprve zabrousíme na jemném smirkovém papíru, čímž vyrovnáme případné nerovnosti, vzniklé při stříhání desky nůžkami. Dále vyvrtáme všechny potřebné díry, jak jsou vyznačeny na obr. 43. (Na obr. 43 je nakresleno rozdělení součástí ve shodě s jejich označením na schématu zapojení na obr. 41. Vývody vedoucí k vlnovému přepínači a konektoru diodového výstupu jsou navíc označeny čísly, které ulehčují orientaci. Tato čísla odpovídají číslům na desce s plošnými spoji!). Díry pro vývody tranzistorů, odporů a kondenzátorů vrtáme vrtákem o  $\varnothing$  1 mm, díry pro vývody mf transformátorů vrtáme vrtákem  $\varnothing$  1,2 mm. Tam, kde budou umístěny upevňovací šrouby M3, vyvrtáme pochopitelně díry o  $\varnothing$  3,5 mm. Dále pak již jen zbývá vyříznout opatrně lupenkovou pilkou kruhový otvor pro

umístění přírubového pětitudínkového konektoru (který je k desce přinýtován dvěma měděnými nýty o  $\varnothing$  2 mm) a pětihranný otvor pro ladicí kondenzátor  $C_L$ .

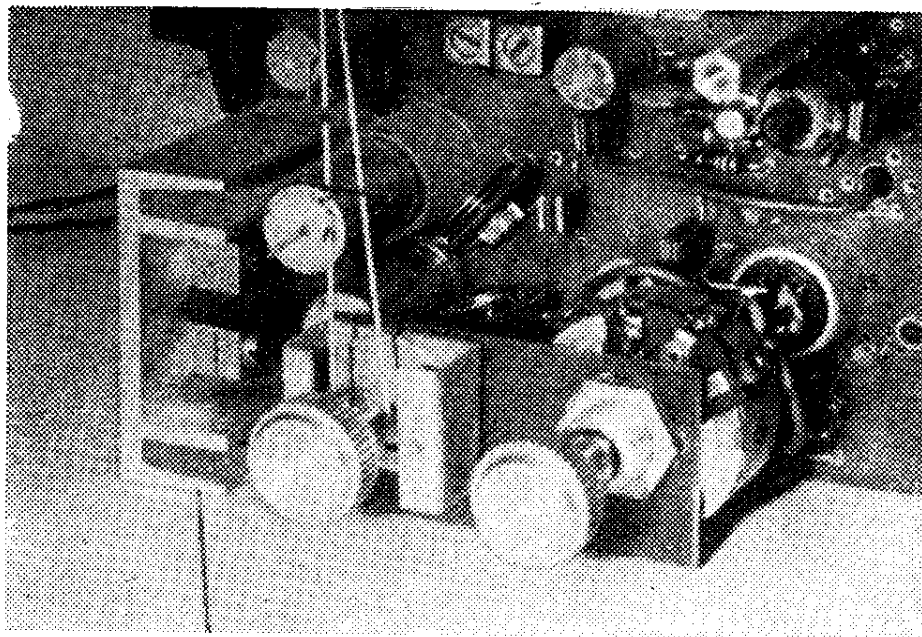
Deska s plošnými spoji nese všechny součásti kromě reproduktoru a držáku baterií. Na obr. 44 jsou vyznačeny hlavní (rozměrnější) součásti: *A* – indikátor vyladění, *B* – feritový anténní trámeček s držákem a cívkami, *C* – ladicí kondenzátor  $C_L$ , *D* – tvarovaný chladič koncových tranzistorů, *E* – lankový náhon stupnice s ložiskem a bubínkem, *F* – úchytná mezideska pro ložisko náhonu a potenciometr hlasitosti *P*, *G* – potenciometr hlasitosti *P*, *H* – tlačítkový spínač napájení a tlačítkový přepínač vlnových rozsahů (na obrázku ještě nepřipojen).

Na obr. 45 je detailní záběr chladiče a koncových tranzistorů. V prototypu přijímače jsem použil speciální čtyřžebrový výlisek (vyrábějí Kovohutě Děčín); tento speciální tvar chladiče není naprosto nutný, neboť stejně poslouží i prostý hliníkový plech, ohnutý do tvaru písmene U s rozměry podle

Obr. 44. Pohled na nosnou základní desku přijímače, na níž jsou umístěny (vyjma reproduktoru a držáku baterií) všechny součásti. *A* – ručkový indikátor vyladění, *B* – trámeček feritové antény spolu se vstupními cívkami  $L_1 + L_2$  a  $L_3 + L_4$ , *C* – ladicí kondenzátor, *D* – chladič koncových tranzistorů, *E* – ložisko lankového náhonu s nosnou mezideskou, *F* – mezideska s distanční tyčkou, *G* – regulátor hlasitosti, *H* – tlačítkový spínač a přepínač vlnových rozsahů



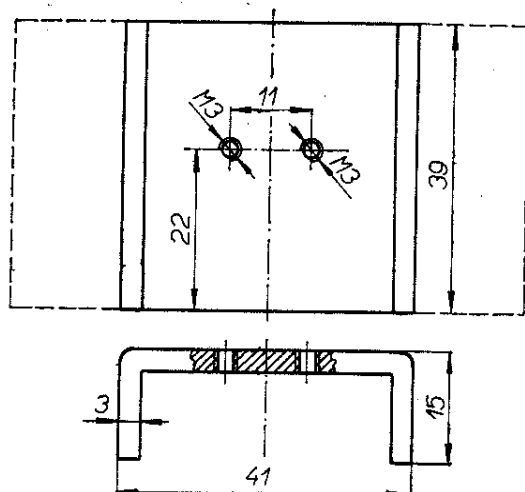
Obr. 45. Chladič,  
díl D



obr. 46. Plech není nutno připevňovat k základní desce, protože jeho poloha je uspokojivě zajištěna přišroubováním k hranolovitým pouzdrům koncových tranzistorů. (Kdo by jej chtěl mechanicky zajistit, pak mu k tomuto účelu stačí jeden šroubek M2, procházející nosnou cuprexitovou deskou (v místě pod přívodem + 9 V, obr. 43) a zespodu zašroubovaný do přilehlé části plechu chladiče).

Feritová anténa (hranolová nebo kulatá tyč) je připevněna k základní nosné destičce pertinaxovým špalíčkem dvěma šroubky M3. Feritový trámeček (použitý

mat. Al - 1 ks



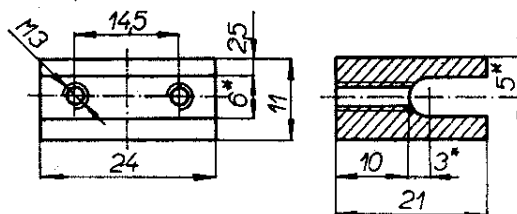
Obr. 46. Rozměry chladiče (díl D) dvojice koncových tranzistorů

v prototypu přijímače) je vložen do odpovídajícího výřezu ve špalíku (obr. 47) a jeho poloha je zajištěna zalitím tmelem EPOXY 1200. Výřez do špalíku je nutno ovšem upravit tak, aby v něm feritová anténa „seděla“ co možno nejtěsněji. Pak je totiž zajištěno, že se anténa (i když je zatmelená) neuvolní ani při nechtěném pádu či otřesu přijímače a nezpretrhají se tak přívody v lanka.

Pokud se týká vstupních cívek, jsou umístěny ( $L_1 + L_2$ ) a ( $L_3 + L_4$ ) na opačných koncích feritového trámečku, což je ostatně dobře patrné z obr. 44.

Mezideska (díl F), nesoucí ložisko lankového náhonu a regulátor hlasitosti, je nesena distanční duralovou tyčí (její rozměry jsou na obr. 48, kde je zakreslen i distanční plechový profil U pro připevnění subpanelu stupnice).

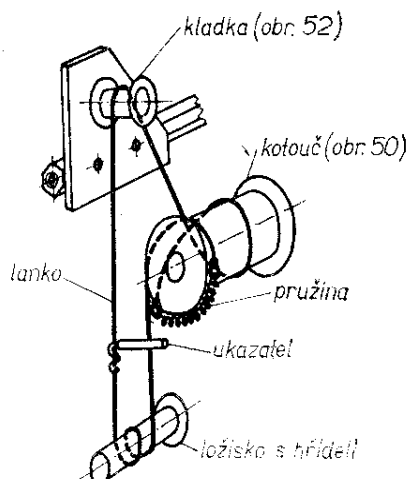
mat. pertinax - 1 ks



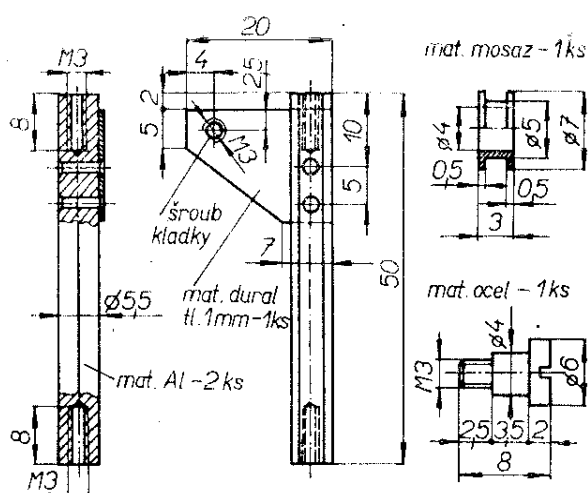
koly označené \* se upřesní podle druhu ferit. trámečku

Obr. 47. Rozměry pertinaxového (novotexového) špalíku pro uchycení trámečku feritové antény





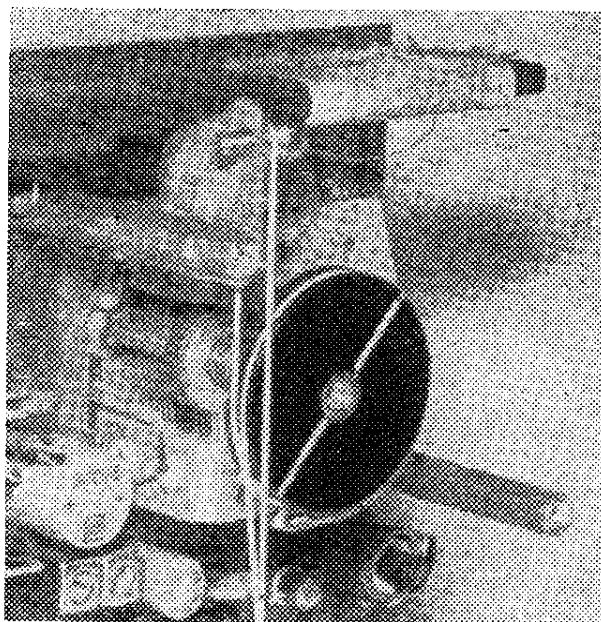
Obr. 51. Skica lankového náhonu a jeho vedení



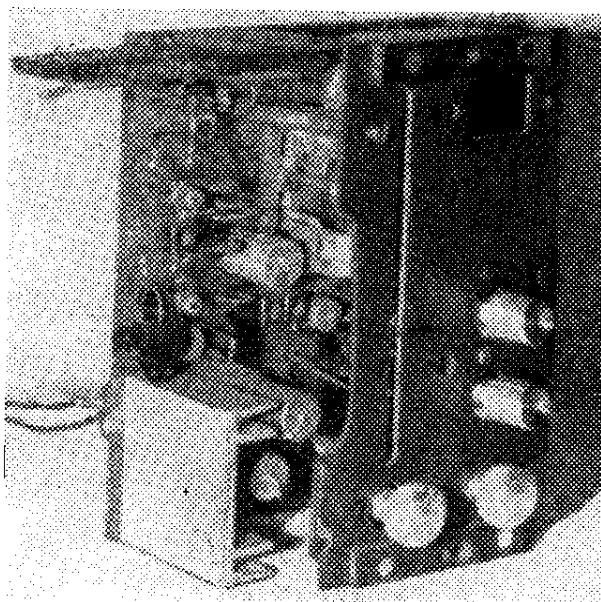
Obr. 52. Kladka, šroub a distanční rozpěra lankového náhonu

v celé délce drážky mezipanelu. Lankový kotouč byl volen záměrně široký (6 mm), čímž se odstranil případný dotyk válcové pružiny a bavlněného lanka náhonu. Obr. 51 znázorňuje způsob vedení lanka; z této skicy je zřejmé, že lanko včetně válcovité pružiny zaujímá na obvodu kotouče celkem dva závity. Taktéž na pohonném hřídeli (získaném i s ložiskem z vyřazeného potenciometru) jsou dva závity lanka, které zajišťují spolehlivé unášení (obemknutím). Sílu pro přilnutí lanka ke hřídeli vyvíjí válcovitá pružina, která je (při zavádění lanka) mírně napnutá. Aby pružina na kotouči neprokluzovala, je její poloha zajištěna šroubkem M2 (zašroubovaným očkem pružiny do kotouče.)

Vlastní ukazovatel je vyroben z měděného drátu o  $\varnothing$  1 mm, dlouhého asi 20 mm. Na jeden jeho konec je nasunuta červená bužírka v délce asi 8 mm, která tedy plní funkci ukazovatele. Druhým koncem je drát připevněn k lanku tak, jak je naznačeno na obr. 51, tzn. obtočením a stisknutím kleštěmi. Ukazovatel při-



Obr. 53. Detailní pohled na umístění kladky na distanční rozpěře



Obr. 54. Pohled na přijímač s mezipanelem, nesoucím pouze tlačítkový spínač a vlnový přepínač

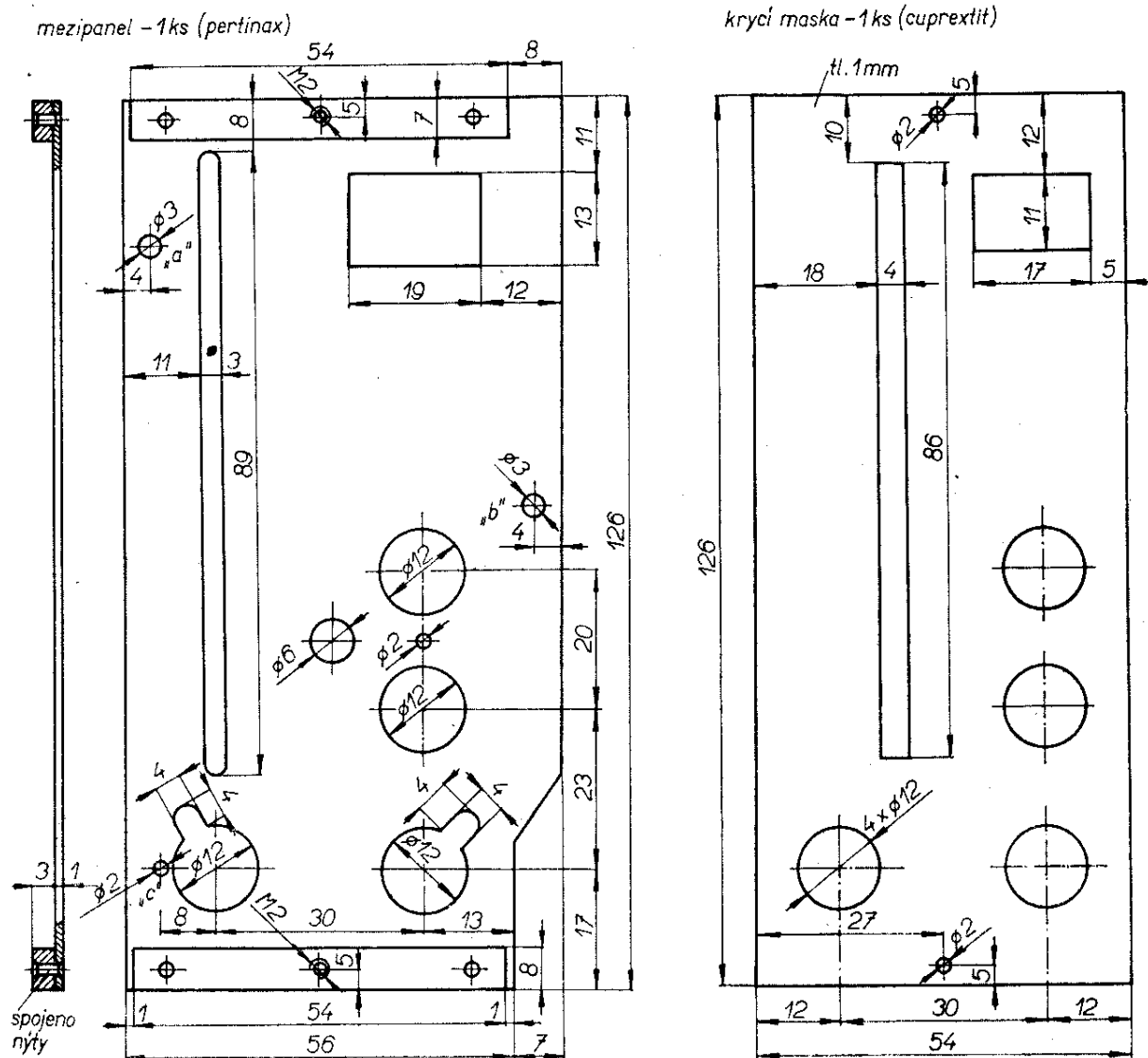
pevňujeme k lanku ovšem teprve tehdy, až je provléknuto přes kladku náhonu (obr. 52), připevněno k bubínku a napnuto. Ukazovatel se nejlépe připevňuje na spodní části stupnice (při uzavřeném ladicím kondenzátoru).

Kladka je připevněna pomocí šroubového „ložiska“ k plechu ve tvaru konsoly (obr. 52). Tento plech je pak přinýtován k jedné ze dvou distančních tyček, které spojují desku s plošnými spoji s mezipanelem stupnice. (Na obr. 52 jsou nakresleny tyto distanční tyče dvě; avšak pouze jedna je opatřena přinýťovaným konsolovým plechem pro upevnění kladky náhonu!) Distanční tyčky jsou na obou svých koncích opatřeny závity M3 ke snadnému spojení odpovídajícími šrouby.

Mezipanel je přišroubován k těmto dvěma distančním tyčkám; staticky určité spojení je dáno třetím spojem, a to šroubkem M2 k distančnímu plechovému profilu U (obr. 48 vlevo). Detailní záběr na upevnění kladky na plechu je na obr. 53. Na tomtéž obrázku vidíme i druhou distanční tyčku mezipanelu (vpravo v rohu).

Šroub pro kladku (obr. 52) je nutno vysoustružit z ocelové kulatiny. Osazením za závitem M3 na  $\varnothing 4$  mm se získá možnost pevného zašroubování do plechu konsoly (spoj není nutno zajišťovat protimaticí).

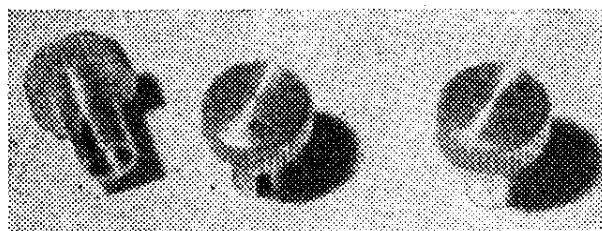
Na obr. 54 je nosná deska přijímače (deska s plošnými spoji) s připevněným mezipanelem. V mezipanelu je proříznuta



Obr. 55. Rozměry mezipanelu a krycí masky



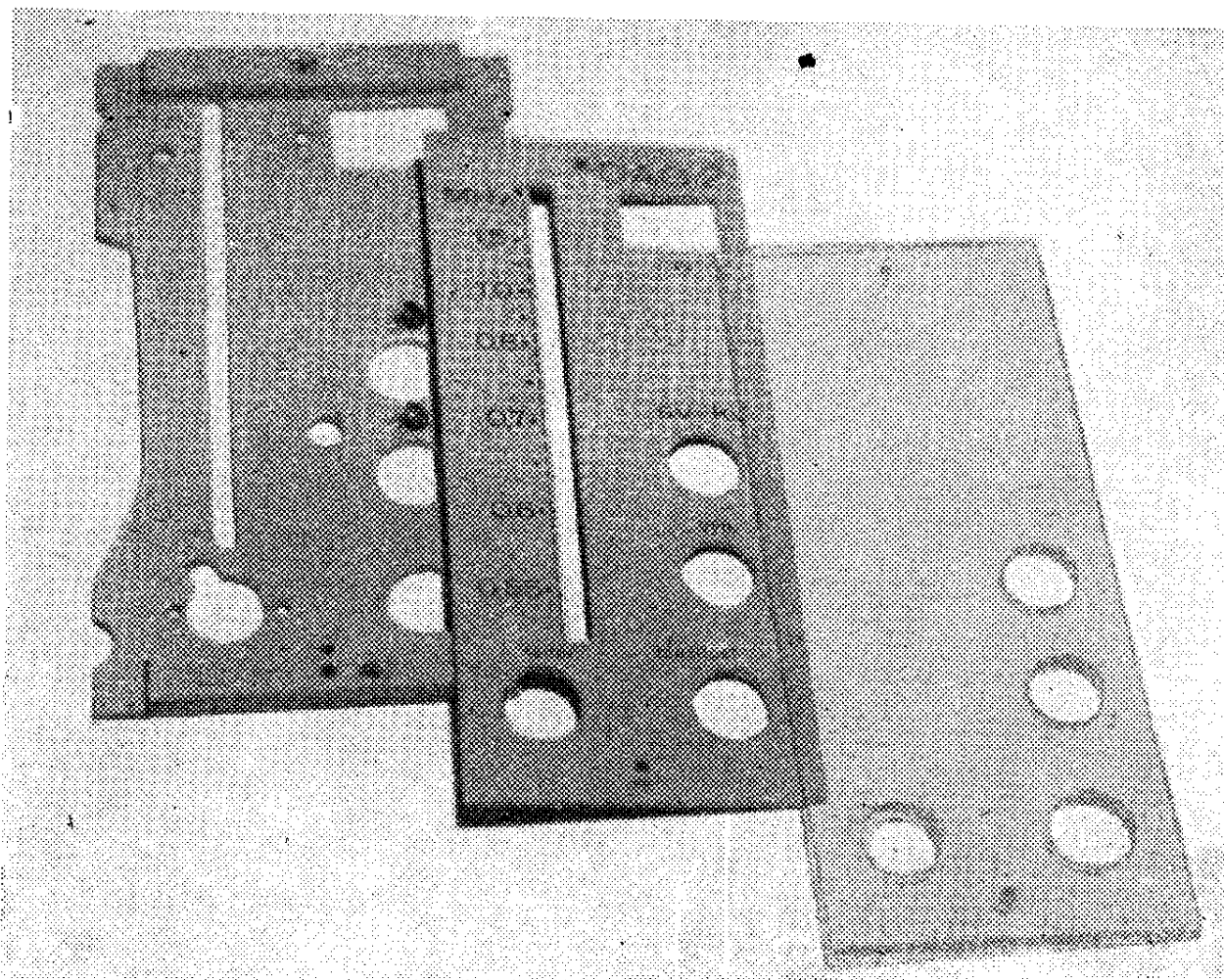
úzká drážka, kterou prochází drátěný ukazovatel, vedený lankem. K mezipanelu je dále přichycen (dvěma šroubky M2) dvoutlačítkový přepínač. Deska mezipanelu je opatřena po svých kratších stranách, tj. dole a nahoře, dvěma distančními pertinaxovými pásky. Pásky jsou k mezipanelu připevněny dvojicí nýtů se zapuštěnými hlavami. Na tyto pásky je přiložena krycí maska, která je přestříknuta světlým dvousložkovým lakem a opatřena nápisy a číselnými údaji kmitočtů – tvoří tedy vlastní stupnice. Aby se nápisy při obsluze přijímače nesesetřely (jsou totiž zhotoveny samolepicími znaky PROPISOT), je stupnice chráněna destičkou z organického skla. Na obr. 55 jsou rozměry mezipanelu a krycí masky (stupnice). Rozměry destičky z organického skla na tomto obr. nejsou uvedeny; jsou totiž shodné s rozměry krycí



Obr. 57. Ovládací knoflíky

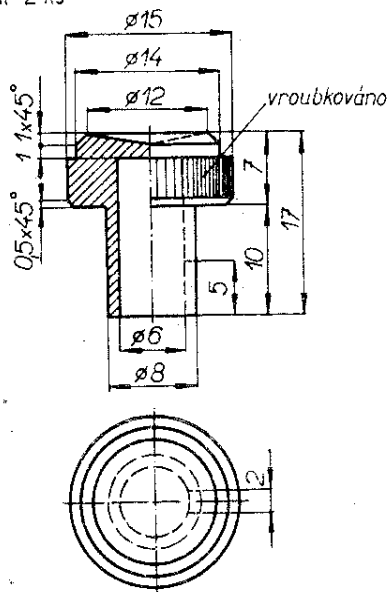
masky (stupnice). Je však samozřejmé, že v desce z organického skla budou pouze díry pro ovládací knoflíky (ladění a regulátoru hlasitosti a tlačítek přepínačů), tedy čtyři díry o  $\varnothing 12$  mm a další dvě o  $\varnothing 2$  mm pro upevnění k mezipanelu.

Na obr. 56 je pohled na mezipanel, krycí masku se stupnicí, ocejchovanou v MHz a ochrannou desku z organického skla. Tyto tři díly jsou vzájemně spojeny dvě-



Obr. 56. Pohled na mezipanel, krycí masku a ochranné organické sklo

mat. Al-2 ks



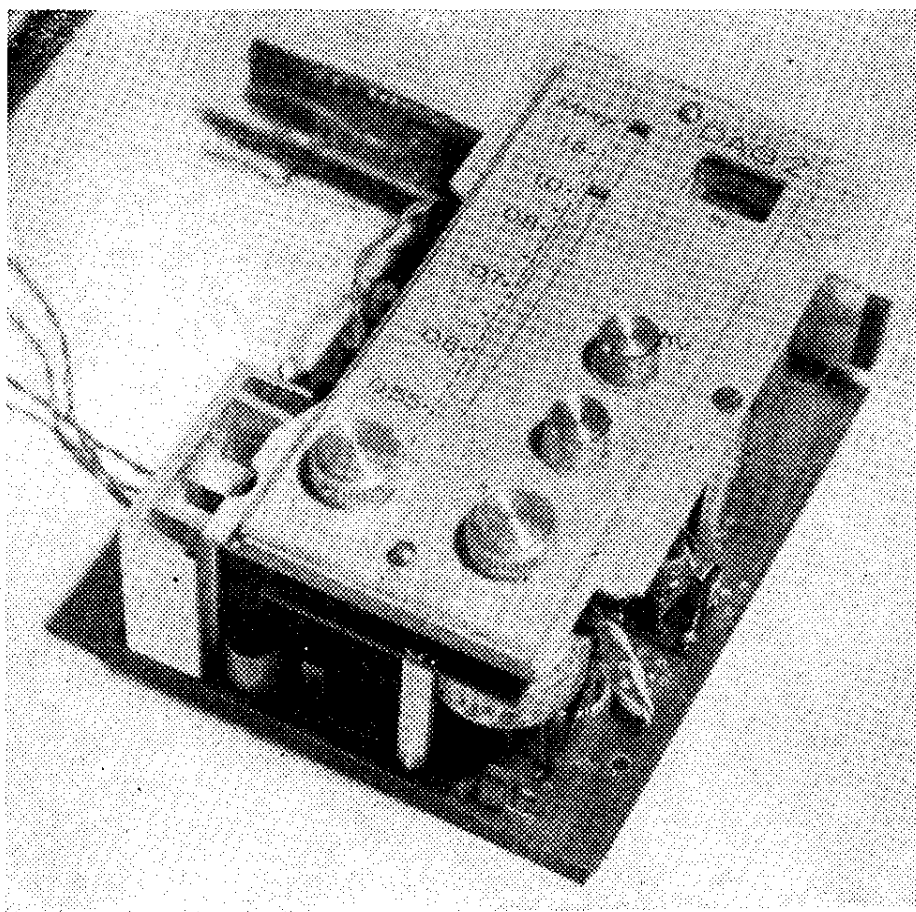
Obr. 58. Rozměry ovládacích knoflíků

ma šroubky M2. Závity pro tyto šroubky jsou v distančních páscích mezipanelu (obr. 55).

Je samozřejmé, že při použití odchýleného tlačítkového prepínače bude nutno

náležitě upravit díry pro jeho připevnění a díry pro tlačítka.

Vzhledem k tomu, že šířka stupnice je pouze 54 mm, byly by běžné knoflíky příliš rozměrné. Z tohoto důvodu jsem použil knoflíky, zhotovené „na míru“ pro tento účel. Jsou vysoustruženy z hliníkové kulatiny o  $\varnothing$  16 mm a pro lepší ovladatelnost jemně vrubovány po obvodu. Pohled na hotové knoflíky je na obr. 57, jejich rozměrový náčrt na obr. 58. Knoflíky se připevňují k hřídelům ovládacích prvků pomocí zářezu (o šířce 2 mm), jímž prochází dřík šroubku M2. Šroubek je zašroubován v hřídeli; dotahnutím přilehne jeho válcová hlava k nátrubku knoflíku a tím fixuje polohu knoflíku. (Šroubky se dotahují tenkým šroubovákem, vloženým mezi mezipanel a krycí masku. Aby byla hlava šroubku lépe přístupná, je v mezipanelu – ve směru vkládaného šroubováku – rozšířena oblým výběžkem průchozí díra o  $\varnothing$  12 mm pro každý hřídel). Zářezy v nátrubcích knoflíků jsou velmi zřetelné na obr. 57.

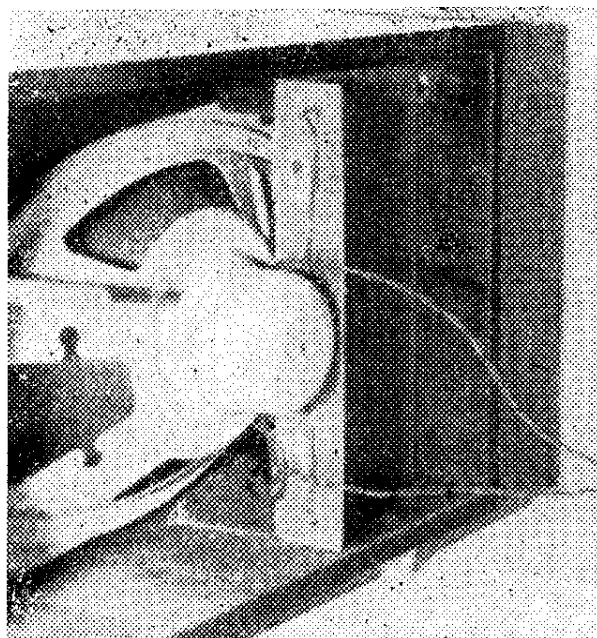


Obr. 59. Pohled na sestavený přijímač opatřený stupnicí, krycí maskou s číselným označením kmitočtu a ochranným organickým sklem. Ochranné sklo a krycí maska jsou připevněny k mezipanelu dvěma šroubky M2

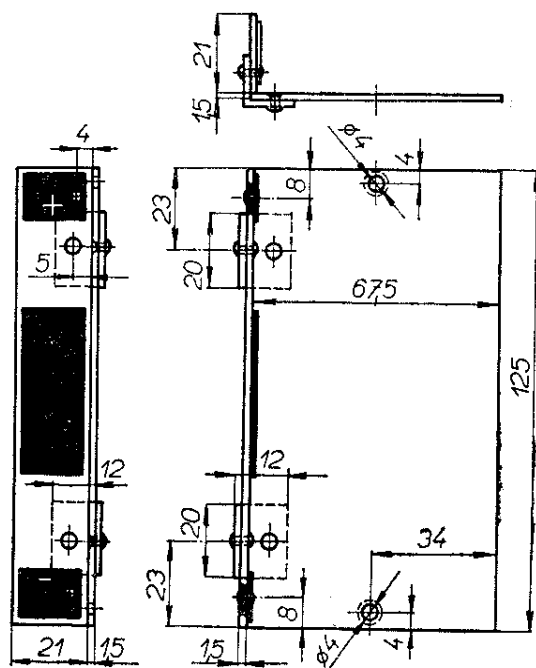


Na obr. 59 je pohled na sestavený přijímač. V této podobě se hotový přijímač nasouvá do skříně.

Na tomto místě je nutno ještě podotknout, že drážky v mezipanelu a krycí masce se záměrně nekryjí (nejsou v „zákrytu“). To proto, aby bylo zabráněno průhledu stupnicí do nitra přijímače.



Obr. 60. Umístění držáku baterií ve skříní

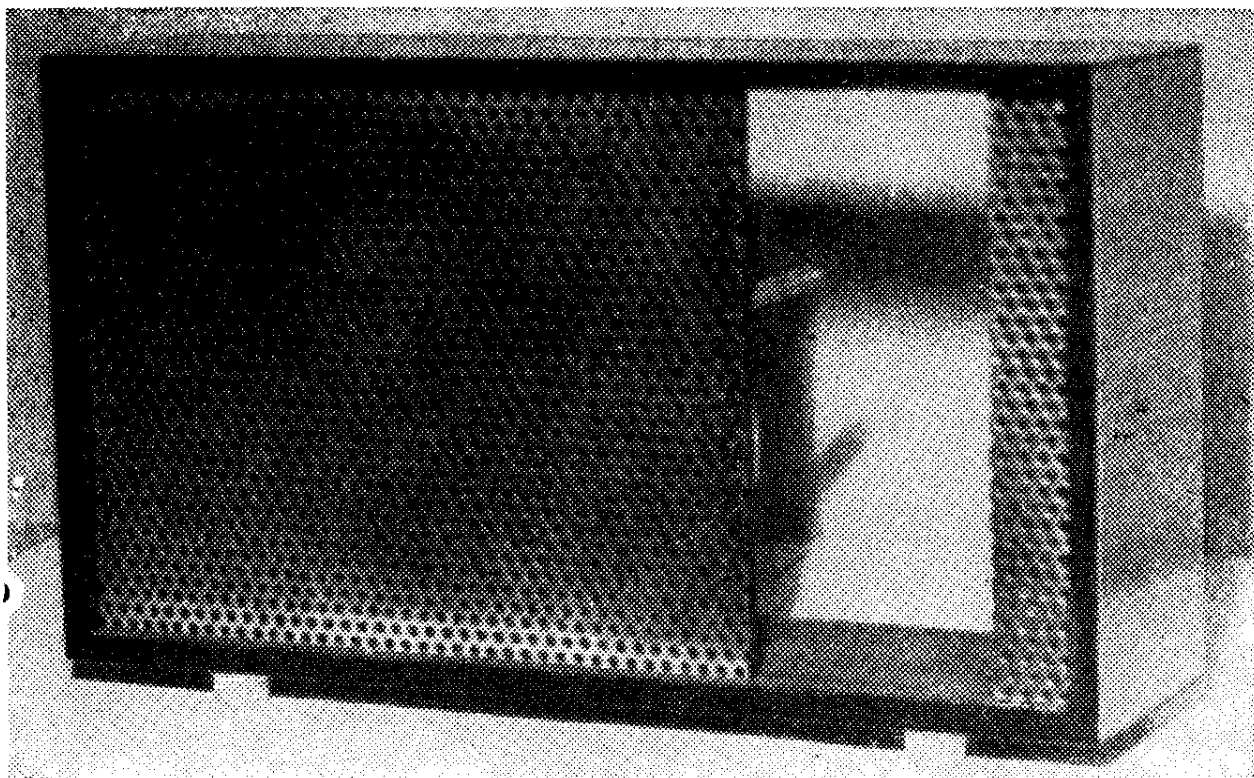


Obr. 61. Rozměry jednoduchého držáku baterií

Drážka v mezipanelu odpovídá přibližně poloze lanka náhonu; jí tedy prochází drátěný ukazovatel. Drážka v krycí masce se nachází poněkud vpravo od předchozí (tzn. při pohledu zpředu). Za ní je patrná část drátěného ukazovatele, opatřeného červenou bužírkou. Aby pohled zpředu drážkou ve stupnici na pozadí (tvořené deskou mezipanelu) nepůsobil rušivě, je i povrch mezipanelu nastříkán dvousložkovým lakem stejného odstínu. Pro dobrý vzhled hotového výrobku je třeba, aby ukazovatel zaujímal vodorovnou polohu. Při jeho připevnění k lanku náhonu se to obvykle hned napoprvé nepodaří. Proto je nutné po sestavení stupnice upravit jeho polohu jemným přihnáním podle uvedeného požadavku; poloha pak zůstane zachována i při přeladování po celé stupnici.

Jak již bylo řečeno, je držák baterie umístěn mimo základní nosnou desku přijímače, odděleně ve skříní (obr. 60). Umístěním držáku až do pravé strany skříně využije se výhodně její boční stěny, která tak nahrazuje třetí stranu držáku. To je ostatně zřejmé z obr. 60 i z obr. 61, na němž jsou vyznačeny rozměry tohoto držáku.

Držák se skládá ze dvou dílů – pertinaxových nebo cuprexitových desek o tloušťce 1,5 mm, které jsou k sobě připojeny v pravém úhlu dvojicí duralových úhelníků. Úhelníky jsou připevněny k deskám měděnými nýty o  $\varnothing 2$  mm. Užší z obou desek zastává současně funkci spojovací a sběrací (kontaktní) spojky jednotlivých vývodů dvou plochých baterií. Při použití pertinaxových desek je nutno kontaktní plochy vyříznout z měděného nebo mosazného plechu a k desce je přinýtovat. Máme-li ovšem k dispozici dostatečně tuhý (tlustý) cuprexit, je výhodné zhotovit kontaktní plochy chemickou cestou, tj. odleptáním. Plochy, které chceme zachovat, zalakujeme acetonovým rychleschnoucím lakem a desku ponoříme lícem dolů do lázně chloridu železitého. Asi po deseti minutách – je-li lázeň čerstvá – je nezalakovaná měděná fólie beze zbytku odleptána. Je výhodné jednu krajní sběrací plochu označit znaménkem +, označujícím tak trvale kladný pól.



Obr. 62. Pohled na hotovou skříň dvourozsahového přijímače

Krajní sběrací plošky opatříme ještě mosaznými dutými nýtky, které slouží pro připájení spojovacích kablíků mezi držákem baterií a deskou s plošnými spoji přijímače. Uvedené rozměry držáku baterií je nutno dodržet. Jinak by totiž ploché baterie buď byly v držáku příliš volné a vypadávaly by, či by se obtížně nasouvaly. Nutno připomenout, že před nasunutím baterií do držáku je třeba mosazné vývody v polovině jejich délky přihnout o 180° a vhodně napružit, čímž se zajistí poměrně spolehlivý kontakt se sběracími měděnými plochami držáku.

Držák je připevněn do skříně dvěma šroubky do dřeva se zapuštěnou hlavou a dosedá na dřevěné špalíky o rozměrech 10 × 60 × 32 mm v pravé straně skříně – při pohledu zezadu.

### Skříň přijímače

Na obr. 62 je hotová skříň přijímače. Tvar skříně včetně základních rozměrů je na obr. 63. Skříň je velmi jednoduchého tvaru. Skládá se ze čtyř bočnic o tloušť-

ce 5 mm, vyrobených z překližky nebo bukových prkének, které – vzhledem k dalšímu zpracování – není nutno spojovat truhlářským zazuběním (cinkováním); jsou tedy připojeny k sobě tzv. „na tupo“ a slepeny tmelem EPOXY 1200. Protože však překližka tloušťky 5 mm má poměrně malou tuhost (je tedy velmi poddajná – pružná), jsou všechny čtyři bočnice ještě přeplátovány deskami umaplexu se vzorem ušlechtilého dřeva (mahagon nebo ořech). Přeplátováním se značně zvětší jednak tuhost stěn, jednak jakost rohových spojů. Důležité ovšem je, aby jednotlivé „vrstvy“ stěn byly v rozích vystřídány tak, jak ukazuje detail rohového spojení na obr. 65, přičemž charakteristický řez z obr. 64 vyjadřuje skladbu „vrstev“ stěn.

Stěny plátujeme pochopitelně po částech, tzn. vždy jen jednu bočnici; po zaschnutí tmelu (je lepena opět EPOXY 1200) pak další. Čelní dvoudílnou stěnu zalepíme do skříně až po ukončení úprav bočnic. Úpravy spočívají v opatrném odříznutí přesahujících krajů umaplexových desek a v zabroušení jemnějším

skelným papírem. Zvětšenou pozornost musíme věnovat odřezávání, neboť politura umaplexových desek se velmi ochotně – při použití hrubé lupenkové či jiné pilky – vylamuje. (Proto je nutno řezat asi ve vzdálenosti 1 mm od hrany překližkových bočnic a zbytek pak opatrně zabrušovat!).

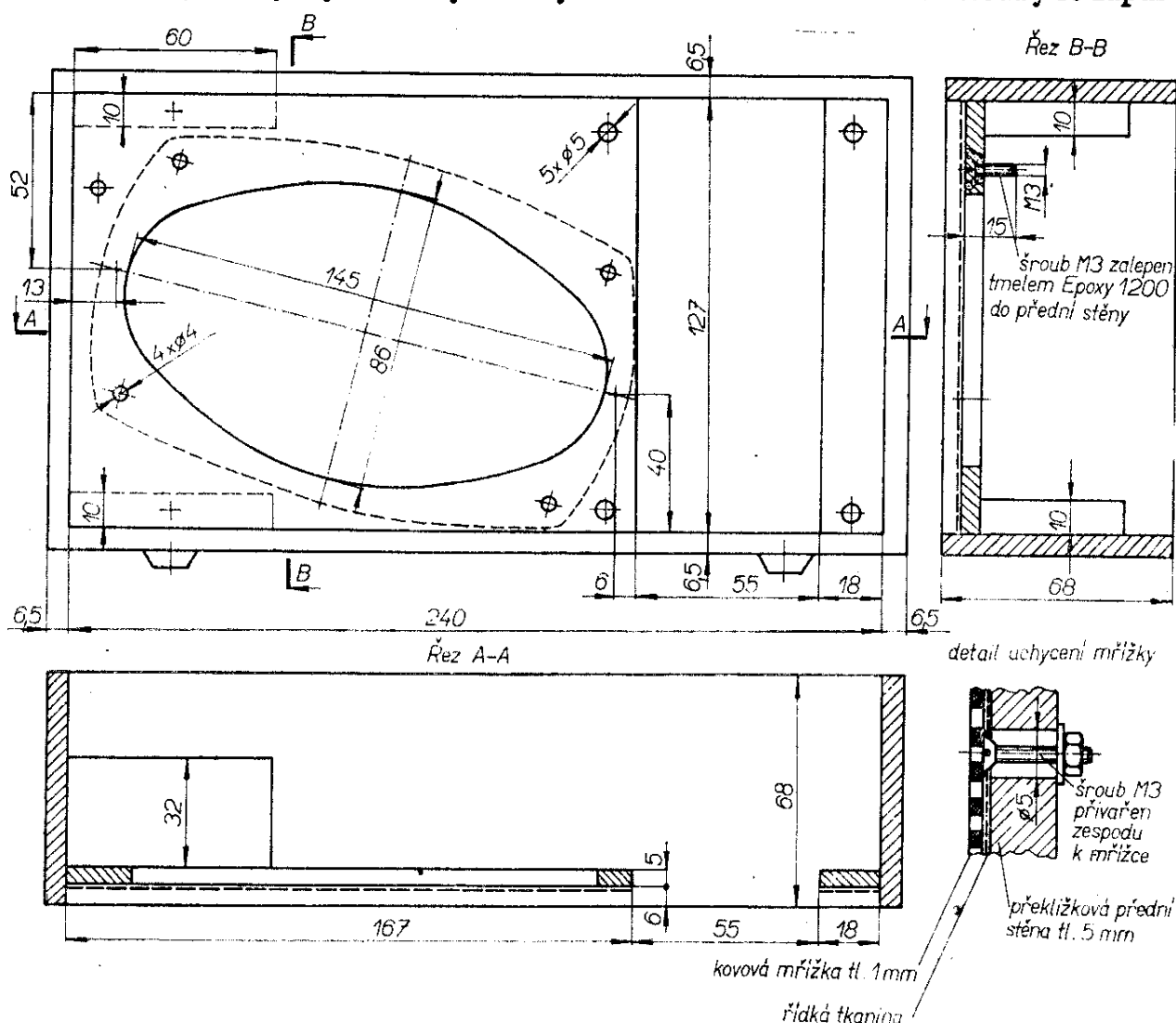
Je snad samozřejmé, že přední stěnu (větší díl) zalepíme do skříně teprve po vyříznutí eliptické díry pro reproduktor. Druhý díl přední stěny – o šířce 18 mm – vymezuje pak prostor pro masku, která se zasune mezi oba díly.

Přední stěnu, ačkoli je jen 5 mm tlustá, není již třeba ztužovat, neboť její tuhost je dostatečná vzhledem k připevnění ke třem bočnicím.

Ve větší přední stěně jsou kromě eliptické díry vyvrtány ještě čtyři díry

o  $\varnothing 4$  mm pro upevňovací šrouby M3 reproduktoru a dále tři díry o  $\varnothing 5$  mm pro připevnění ochranné kovové mřížky. Na obr. 63 jsou tyto díry pouze naznačeny a úmyslně nezakótovány. První čtyři totiž vrtáme do přední stěny až po dohotovení skříně a po umístění reproduktoru na příslušné místo, tedy „na míru“. (Totéž se týká i děr pro přichycení ochranné mřížky; pozice děr vyplývá z umístění natvrdo připájených šroubů na mřížce. Nejprve tedy připájíme šrouby M3 se zapuštěnou hlavou k ochranné mřížce a pak podle nich vrtáme otvory do čelních stěn. Opačným postupem bychom totiž nezajistili shodnost umístění děr a připájených šroubů, neboť ty se při pájení natvrdo obvykle trochu posunou.)

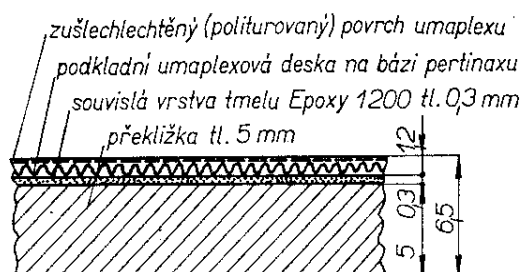
Po vyvrtání děr pro uchycení reproduktoru vložíme do nich šrouby se zapu-



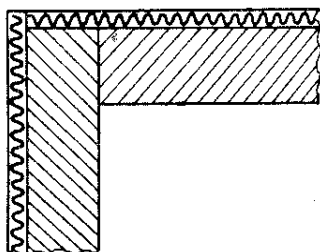
Obr. 63. Rozměry skříně přijímače

těnou hlavou tak – viz detail „a“ na obr. 63 – , aby jejich hlavy ležely v jedné rovině s přední stěnou, tj. aby nikde nevyčnívaly. Před tím ovšem natřeme část dřívku a hlavu tmelem EPOXY 1200, čímž se dosáhne (po vytvrzení lepidla) jejich tuhého spojení s deskou. Reprodaktor se pak navlékne na tyto šrouby a jeho koš se přitáhne čtyřmi maticemi. Touto úpravou (tj. vlepením šroubů do čelní desky) je zajištěno, že při pozdější výměně nebo opravě reproduktoru nebude překážet v jeho uvolnění a opětném upevnění nalepená síťka a ochranná mřížka.

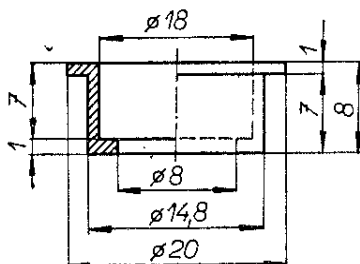
Čelní stěna, k níž má být připevněn reproduktor, je opatřena mimo děrované kovové mřížky (bránící mechanickému poškození reproduktoru) ještě hustou, avšak pruživou tkaninou. Tato tkanina



Obr. 64. Charakteristický řez stěnou skříně



Obr. 65. Detail rohového spojení



Obr. 66. Pouzdro pro reproduktorový konektor

zachycuje drobné součásti – kovový prach a podobně – a brání tak jejich přístupu k membráně reproduktoru.

Autorovi se jako pruživá tkanina osvědčila nejlépe silonová punčochovina, o níž není v žádné domácnosti nouze. K čelní stěně se tkanina upevňuje následujícím způsobem: líc stěny, v níž se nachází již zalepené šrouby pro připevnění reproduktoru, natřeme rychleschnoucím acetonovým lepidlem nebo lakem (má stejný účinek). Při použití laku opakujeme nátěr asi třikrát, čímž se vytvoří dostatečně tlustý lepivý nános. Do mírně zaschlého nánosu vložíme obdélníkový kus punčochoviny o stejných rozměrech jako je stěna (167 × 127 mm) a lehkým tlakem prstů ji zatlačíme a vypneme po přední stěně. Pak necháme lak zaschnout minimálně dvanáct hodin. Přilepená punčochovina však nebude vypnutá. Její vypnutí dosáhneme tím, že ji štětcem natřeme neředěnou tuší. Natíráme tak dlouho, až je tkanina úplně prosycena. Pak připevníme děrovaný plech (vyznačený na obr. 63, detail „b“) pomocí tří připájených šroubů M3, jejichž matice podložné podložkami řádně utáhneme z vnitřku skříně. Děrovaný plech tvořící ochrannou mřížku přilehne ke stěně a brání tak odtržení tkaniny při jejím schnutí, kdy dochází k jejímu sražení a tím řádnému vypnutí.

Kovová mřížka je dvoudílná (obr. 62) a je, jak již bylo řečeno, vyrobena z děrovaného plechu. Rozměry obou dílů jsou shodné s rozměry dílů čelní dvoudílné stěny (obr. 63.) Vzhledem k tomu, že děrovaný plech je obvykle značně mastný (již z výroby), je nutno jej nejprve opláchnout v benzinovém roztoku, než z něho vyřízneme lupenkovou pilkou oba díly požadovaného tvaru. Dále pak je třeba „strhnout“ pilníkem nebo na brusce nepříjemný otřep („grot“) kolem každého otvoru (vzniká při ražení již mírně ztupeným nástrojem). Po připájení úchytných šroubů je nutné železný plech chránit před korozí, která i v domácnosti napadá jeho povrch. Nejlevnějším způsobem je nastříkání lakem světlého (pastelového) odstínu. Daleko lepšího vzhledu se dosáhne opískováním povrchu a galvanickým pokovením chromem nebo matným niklem.

V boku skříňky – v prostoru za zadní stěnou držáku baterií a před čelní stěnou – vyvrtáme díru o  $\varnothing 18$  mm pro umístění pouzdra pro reproduktorový konektor. Rozměry tohoto duralového konektoru jsou na obr. 66. Pouzdro je do boku skříňky zalepeno tmelem EPOXY 1200. Aby bylo možné vložit do něj běžný reproduktorový konektor, je nutno jej vhodně upravit. Tyto úpravy spočívají v

- a) odříznutí bakelitové příruby podél kruhového výstupku a
- b) opílování hrany řezu na průměr asi 14,6 mm.

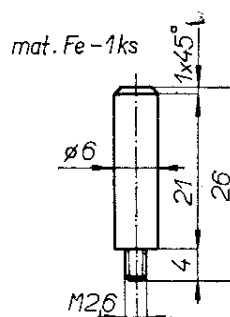
Dále je nutno propilovat zadní stěnu pouzdra z  $\varnothing 8$  mm na podélnou oválnou díru o  $\varnothing 8/14,8$  mm. Pak lze opracovaný konektor do zásuvky lehce nasunout. Jeho zajištění proti vytažení obstará kapka osvědčeného epoxidového tmelu. Takto upravený konektor je prakticky v jedné rovině s povrchem bočnice skříně a působí velmi esteticky. Konektor se posléze propojí izolovanými kablíky se svorkami reproduktoru tak, aby v jedné poloze vypínal vestavěný reproduktor (pak hraje pouze vnější připojená skříň) a v druhé poloze hrál jak vestavěný reproduktor, tak i vnější skříň. Propojení konektoru podle očíslovaných vývodů je na obr. 41.

### Poznámky ke konstrukci

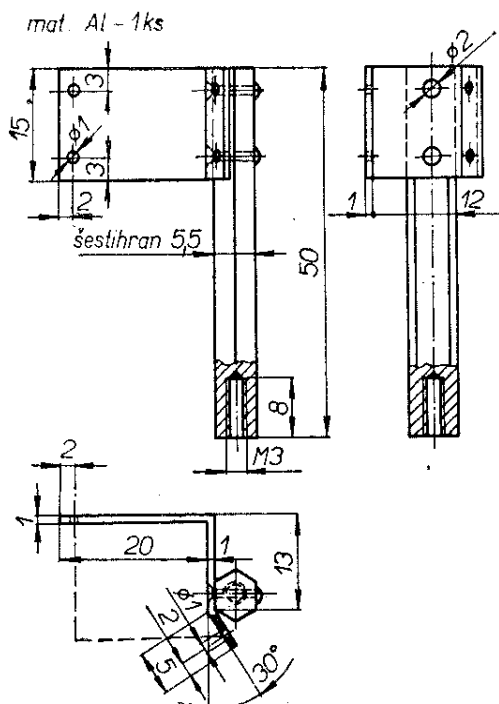
Vzhledem k tomu, že hřídel použitého ladicího kondenzátoru (TESLA 2 PN 70509) je poměrně krátký, je nutno jej prodloužit. To je celkem snadné, neboť originální hřídel je provrtán a opatřen závitem M2,6. K prodloužení poslouží hřídel z nějakého starého vyřazeného potenciometru o délce aspoň 25 mm, který na jednom konci osoustružíme na  $\varnothing 2,6$  mm a opatříme shodným závitem. Aby nedošlo při obsluze přijímače k vytočení tohoto prodlužovacího hřídele, potřeujeme závity tmelem EPOXY (před zašroubováním). Rozměry prodlužovacího hřídele jsou na obr. 67.

Přijímač je vybaven optickým indikátorem vyladění, jímž je miniaturní ručkové měřidlo (používané v kazetových

magnetofonech) o citlivosti 400  $\mu$ A nebo větší. (Při větší citlivosti je třeba použít paralelní bočník  $R_b$  – viz obr. 41). Měřidlo lze podle typu upevnit buď přímo k mezipanelu – zespodu, dvěma šroubky M2 – anebo pomocí další distanční tyčky. Autor vyzkoušel obě možnosti; výhodnější je druhá, kdy měřidlo mechanicky souvisí se základní deskou s plošnými spoji – viz obr. 44 (A). V tomto případě je zapotřebí ještě jedna distanční tyčka, k níž je přinýtován úchytný plechový držák podle obr. 68. Držák je zhotoven z duralového nebo hliníkového plechu



Obr. 67. Prodlužovací hřídel ladicího kondenzátoru  $C_L$



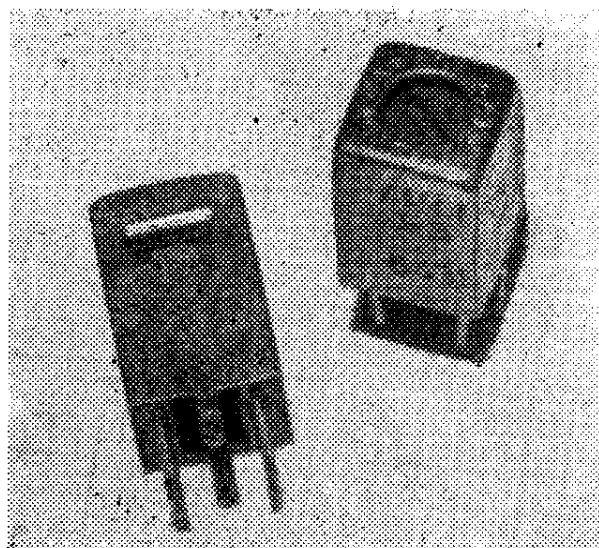
Obr. 68. Distanční tyč s držákem indikačního měřidla. Měřidlo je upevněno v držáku smyčkou pocínovaného drátu o  $\varnothing 0,7$  mm

ve tvaru úhelníku, který je při svých kratších hranách opatřen dvojicí děr o  $\varnothing$  1 mm pro provléknutí měděného drátu. Z drátu je vytvořena smyčka, jejímž spojením (zakroucením) je indikační měřidlo spolehlivě uchyceno v žádané poloze proti okénku v mezipanelu a masce stupnice.

Deska s plošnými spoji přijímače je uchycena ve skříni dalšími dvěma distančními tyčkami, které jsou připevněny k dvoudílné čelní stěně z vnitřku skříně. Tyto tyčky ční do prostoru skříně. Deska s plošnými spoji je na ně „nasunuta“ až na doraz a pak přišroubována dvěma šrouby M3, zajišťujícími její spolehlivé upevnění.

### Mf transformátory

V popisované konstrukci bylo použito mf miniaturních transformátorků japonské výroby s rezonančním kmitočtem 460 kHz (obr. 69), které mají již vestavěny příslušné kondenzátory C. Deska s plošnými spoji je však koncipována i pro použití odchýlných typů, tedy tak, že kondenzátory C lze na ni umístit vně mf obvodů (obr. 43). Mf transformátory byly získány z vraku tranzistorového přijímače CROWN TR 690; lze je získat též jako



Obr. 69. Miniaturní mf transformátory

náhradní kusy ojedinele v opravnách zahraničních přijímačů.

Svého času byly v Praze v prodejně Bazaru (obchod s použitým nebo výprodejním zbožím) k dostání v libovolném množství oscilátorové cívky z japonských tranzistorových přijímačů, které svým pouzdrem, umístěním vývodů a dalšími vlastnostmi jsou shodné s použitými mf transformátory (až na počty závitů a jejich uložení). Tyto oscilátory lze po převinutí s výhodou použít. (Zájemce o tyto oscilátorové cívky nechť se obrátí na radioklub SMARAGD, který má omezený počet těchto oscilátorových obvodů na skladě, adresa je Praha 10 – pošt. schránka 116). Nejvhodnější počet závitů na hrnečková jádra však bude nutno vypočítat nebo vyzkoušet.

Pokud se týká vstupních oscilátorových cívek, uvádím na závěr jejich údaje.

### Vstupní cívky

- SV – 96 závitů vf lanka  $5 \times \varnothing 0,05$  mm s odbočkou na 6. závit, vinuto na styroflexové nebo papírové trubce volně suvné po trámečku feritové anteny ( $L_1 + L_2$ ).
- KV – 7 závitů drátu o  $\varnothing 0,4$  mm CuL s odbočkou na druhém závitě, vinuto se stoupáním 4 mm stejného druhu jako cívka SV ( $L_3 + L_4$ ).

### Cívky oscilátoru

- SV – 190 závitů vf lanka  $5 \times \varnothing 0,05$  mm s odbočkou na 10. závit. Vinuto na botičkové kostřičce o  $\varnothing 5$  mm ( $L_6$ ), šířka vynutí 9 mm – s feritovým doladovacím jádrem M4 (typ PK 585 97), vazební vynutí  $L_8$  – 23 závitů drátu o  $\varnothing 0,2$  mm CuL, vinuto na  $L_6$ .
- KV – 20 závitů drátu o  $\varnothing 0,15$  mm CuLH, vinuto jednovrstvově na kostřičce o  $\varnothing 6$  mm s doladovacím feritovým jádrem M4 ( $L_5$ ), s odbočkou na 4. závit, vazební vynutí  $L_7$  – 10 závitů drátu o  $\varnothing 0,15$  mm CuLH, vinuto těsně vedle „živého“ konce  $L_5$ .

Pokud se týká sladování přijímače, nalezne zájemce potřebné informace v [1] a [3].

### Kontrola správnosti zapojení, uvedení do chodu

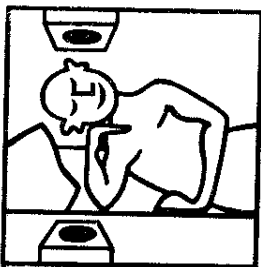
Kontrola správnosti je velmi důležitá před připojením přijímače na plné provozní napětí. Tím se totiž podaří odstranit řadu nepozorností a možných chyb, které mohou mít nepříznivé následky. Z toho důvodu lze jen doporučit kontrolu konečné sestavy. Před připojením ke zdroji je vhodné zapojit s ním do série miliampérmetr (pro rozsah do 100 mA), jehož ručka – bez signálu – smí ukazovat max. do třetiny stupnice. (Při odběru proudu kolem 30 mA by patrně byl příliš velký klidový proud koncové dvojice tranzistorů; proud lze zmenšit vytočením běžce odporového trimru  $R_{10}$  směrem k bázi tranzistoru  $T_7$ ).

Zásadně se doporučuje přezkoušet hodnoty součástek již před jejich osazením do desky s plošnými spoji. K tomu účelu poslouží ohmmetr, popř. i improvizovaný z měřidla 100  $\mu A$  [1].

Ohmmetr poslouží k přezkoušení elektrolitických kondenzátorů. Z rychlosti pohybu ručky lze u dobrých kondenzátorů odhadnout i jejich kapacitu.

Nejllepší kontrolu poskytuje proměření napětí v přijímači na měřicích bodech. Z toho důvodu jsou tato napětí uvedena ve schématu na obr. 41.

Z hlediska jednoduchého uvedení do chodu se doporučuje nejprve osadit tranzistory nf zesilovač, proměřit ho a vyzkoušet. Při měření se mohou naměřená napětí lišit až o deset procent (vzhledem k uvedeným napětím). Při větších odchylkách je možno již usuzovat na příliš velkou toleranci některého použitého odporu, či na nevhodně nastavený pracovní bod, popřípadě na vadný tranzistor. Tuto možnost však klademe až na poslední místo, neboť tranzistory TESLA mají ve skutečnosti parametry poměrně shodné



s předepsanými (v katalogových listech). Nf zesilovač můžeme improvizovaně přezkoušet pomocí gramofonu. Reprodukce ovšem nebude z hlediska jakosti nijak vynikající, neboť zpravidla bude chybět správné přizpůsobení přenosky ke vstupu zesilovače [4]. Podstatně lépe lze nf zesilovač prověřit tónovým generátorem a osciloskopem (viz RK 5/1967 – Nf generátor, str. 31 až 32).

Teprve po zajištění správné funkce nf zesilovače či po příslušných úpravách lze přistoupit k osazení vf a mf části přijímače polovodiči. Při trošce štěstí se musí ozvat na rozsahu SV místní vysílač, jsou-li ovšem mf obvody alespoň částečně naladěny. Není-li tomu tak, postupujeme podle některé sladovací metody [1].

Při zachycení stanice nastavíme odporovým trimrem  $R_4$  maximální citlivost, ovšem jen do té míry, aby šum nebyl příliš rušivý a aby nedocházelo ke zkreslení zachyceného signálu. Při tomto úkonu se zvětšuje kolektorový proud a ručka indikátoru M má větší výchylku. Kdyby se to ukázalo jako potřebné, zmenšíme citlivost tohoto měřidla bočnickem (v případě, že je ručka při nastaveném pracovním bodu až za koncovou polohou).

Indikátor můžeme využít pro předběžné sladění mf obvodů na sice neznámý, avšak stejný mf kmitočet. Výchylka indikátoru se totiž zmenšuje, je-li signál zachycen stanice silnější, či má-li větší zesílení mf zesilovač. A této druhé vlastnosti se využije pro předladění. Při naladění na nějakou stanici (zprvu na místní, později pak na cizí, slabší) opravujeme polohu jader jednotlivých mf transformátorů tak (směrem odzadu, tj. od MF3 k MF1), aby výchylka indikátoru byla minimální. Jinými slovy řečeno, využíváme účinku AVC pro naladění mf obvodů na shodný kmitočet.

Kapacity paralelních kondenzátorů,  $C_{k1}$  a  $C_{k2}$  nejsou udány; zvolíme je tak, aby ladění na KV bylo pohodlné. (Čím větší capacity těchto kondenzátorů zvolíme, tím užší je přijímané pásmo KV a tím je i pohodlnější, snazší ladění). Přitom vycházíme z požadavku, aby pásmo KV zaujímal oblast kolem 49 m, kde se vyskytuje maximum pro nás zajímavých vysílačů.

## Literatura

- [1] *Hyan, J. T.*: Měření a sladování amatérských přijímačů, SNTL: Praha 1964.
- [2] *Hyan, J. T.*: Přenosný superhet s pěti tranzistory. AR 7/1963, str. 191 až 194.
- [3] *Hyan, J. T.*: Tranzistorové přijímače. RK 1/1965, str. 6 až 61.
- [4] *Hyan, J. T.*; *Hyan, V.*: Amatérská stereofonie. SNTL: Praha 1968.
- [5] *Hyan, J. T.*: Tranzistorové přijímače. SNTL: Praha 1972 (v tisku).
- [6] SIEMENS Halbleiter-Schaltbeispiele 1969.
- [7] *Navrátil, J.*: Soustředěná selektivita. AR 5/1962, str. 138 až 141.
- [8] *Rinderle, E.*: Regelbare, selbstschwingende Mischstufe für Mittelwellen mit zwei Silizium-Transistoren BF 115 und Stromverteilungssteuerung, AEG-TELEFUNKEN Röhren und Halbleitermitteilungen 6601 122.
- [9] *Rinderle, E.*: Mit Silizium-Transistoren bestückter AM/FM Zwischenfrequenz-Verstärker mit regelbarer AM-Mischstufe. AEG-TELEFUNKEN Röhren-und Halbleitermitteilungen 6602 127.
- [10] Taschenempfänger mit integrierter Schaltung. Radio-Fernseh-Elektronik 13/1968, str. 388.
- [11] *Limann, O.*: Integrierte Schaltung für den Empfängerbau. Radioschau 10/1967, str. 550 až 551.
- [12] Solid-State 150 Watt AM/FM Stereo Receiver HEATHKIT AR 15. Firemní literatura fy Heathkit.
- [13] *Ratheiser, L.*: UKW-Portable mit Drucktasten-Programmwahl durch CV-Dioden-Abstimmung und integrierter ZF Teil. Radioschau 1/1969, str. 16 až 19.
- [14] Integrierte Halbleiterschaltungen im Stereotuner RS 90. SIEMENS-Werkstattpraxis 38/39/1969, str. 25 až 26.
- [15] *Crantz, D.*: ATLANTA 101 – der attraktive Heim-Koffer-Empfänger. TELEFUNKEN-Sprecher 46/1968, str. 13 až 15.
- [16] *Crantz, D.*: ATLANTA 101. TELEFUNKEN-Sprecher 47/1968, str. 24 až 29.
- [17] Opus Studio 201 – der erste volltransistorisierte opus. TELEFUNKEN-Sprecher 51/1970, str. 4 až 11.
- [18] TELEFUNKEN Service Informationen RVH 69 – 4510, Opus Studio 201.
- [19] *Zandra, W.*: Integrierte Schaltungen für Radio- und Fernseh-Geräte weiter im Vormarsch. Radioschau 4/1967, str. 186 až 188.
- [20] „TR 1049“ – ein neuer Empfänger der „Heimportable-Klasse“ mit gedehntem 49-Meter-Europaband. Radioschau 4/1967, str. 190 až 192.
- [21] *Traub, K.*; *Benecke, G.*; *Elsäser, D.*: GRUNDIG HF 550, Hi-Fi-Tuner-Verstärker zum Einbau in hochwertige Stereo-Anlagen. Grundig Technische Informationen 3/1970, str. 787 až 798.
- [22] *Žalud, V.*: Tranzistory řízené elektrickým polem ve vstupních obvodech přijímačů. Sdělovací technika 8/1969, str. 241 až 243.
- [23] *Limann, O.*: Taschenempfänger „IC 2000“ mit integrierten Schaltungen. Radioschau 10/1967, str. 552 až 553.
- [24] *Stefan, O.*: Keramické piezoelektrické filtry. Sdělovací technika 12/1970, str. 366 až 369.
- [25] *Pacák M.*: Praktická škola radio-techniky. Orbis: Praha 1943.
- [26] *Koudela, V.*: Plošné spoje. SNTL: Praha 1966.
- [27] -avj: Integrované obvody v koncových zesilovačích a autoradiu. Sdělovací technika 3—4/1969, str. 99 až 101.



## Nomogram pro výpočet reaktance cívek a kondenzátorů

Nomogram na obr. 70 je jednou z praktických pomůcek, které by měl mít každý technik po ruce. Jde o pomůcku k velmi rychlému a poměrně přesnému určení reaktance (zdánlivého odporu) cívek od indukčnosti  $0,001 \mu\text{H}$  do  $1\,000 \text{ H}$  a kondenzátorů s kapacitami od  $0,1 \text{ pF}$  do  $10\,000 \mu\text{F}$  v závislosti na kmitočtu. Nomogram je navržen pro kmitočty od  $10 \text{ Hz}$  do  $5 \text{ MHz}$ .

Určení reaktance je snadné; na stupnici pro kapacity kondenzátorů (nebo indukčnosti cívek) najdeme tu kapacitu kondenzátoru (indukčnost cívky), jejíž reaktanci

hledáme. Šikmá přímka, odpovídající kapacitě (indukčnosti), protíná svislou přímku pro určitý kmitočet v jediném bodě. Vedeme-li z tohoto bodu rovnoběžku se souřadnicovou osou stupnice kmitočtu, protne nám tato rovnoběžka levou krajní svislou osu v určitém bodě – tento bod udává velikost reaktance součástky na zvoleném kmitočtu. Např. hledáme reaktanci kondenzátoru  $1 \mu\text{F}$  na kmitočtech akustického pásma. Pro kmitočet  $20 \text{ kHz}$  je to tedy asi  $8 \Omega$ , pro kmitočet  $20 \text{ Hz}$  asi  $8 \text{ k}\Omega$ . Stejně tak pro kondenzátor  $1\,000 \mu\text{F}$  je reaktance při kmitočtu  $20 \text{ Hz}$  asi  $7 \Omega$ , při  $20 \text{ kHz}$  asi  $0,01 \Omega$ .

## Nomogram pro výpočet kapacity otočných kondenzátorů s kruhovými plechy a vzduchovým dielektrikem

Každý, kdo se delší dobu zabývá radio-technikou, jistě má ve svých „materiálových rezervách“ různé ladicí kondenzátory, většinou starší konstrukce, u nichž již dávno zapomněl, jakou mají kapacitu. Při použití nomogramu na obr. 71 lze na základě několika jednoduchých údajů snadno zjistit přibližnou maximální kapacitu každého kondenzátoru s kruhovými deskami (tedy především kondenzátorů, které jsou určeny pro příjem na VKV a kondenzátorů pro vysílače).

Nomogram na obr. 71 najde jistě široké uplatnění – pomůže především tehdy, chceme-li zmenšit kapacitu kondenzátoru o určitém počtu plechů a určité kapacitě bez pracných výpočtů a měření.

Různé příručky uvádějí pro určení kapacity otočného kondenzátoru s rovnoběžnými deskami vztah

$$C = 0,224KA(n-1)/d,$$

kde  $A$  je plocha desky knodenzátoru,

$K$  permitivita (dielektrická konstanta) materiálu mezi deskami,

$n$  počet desek,

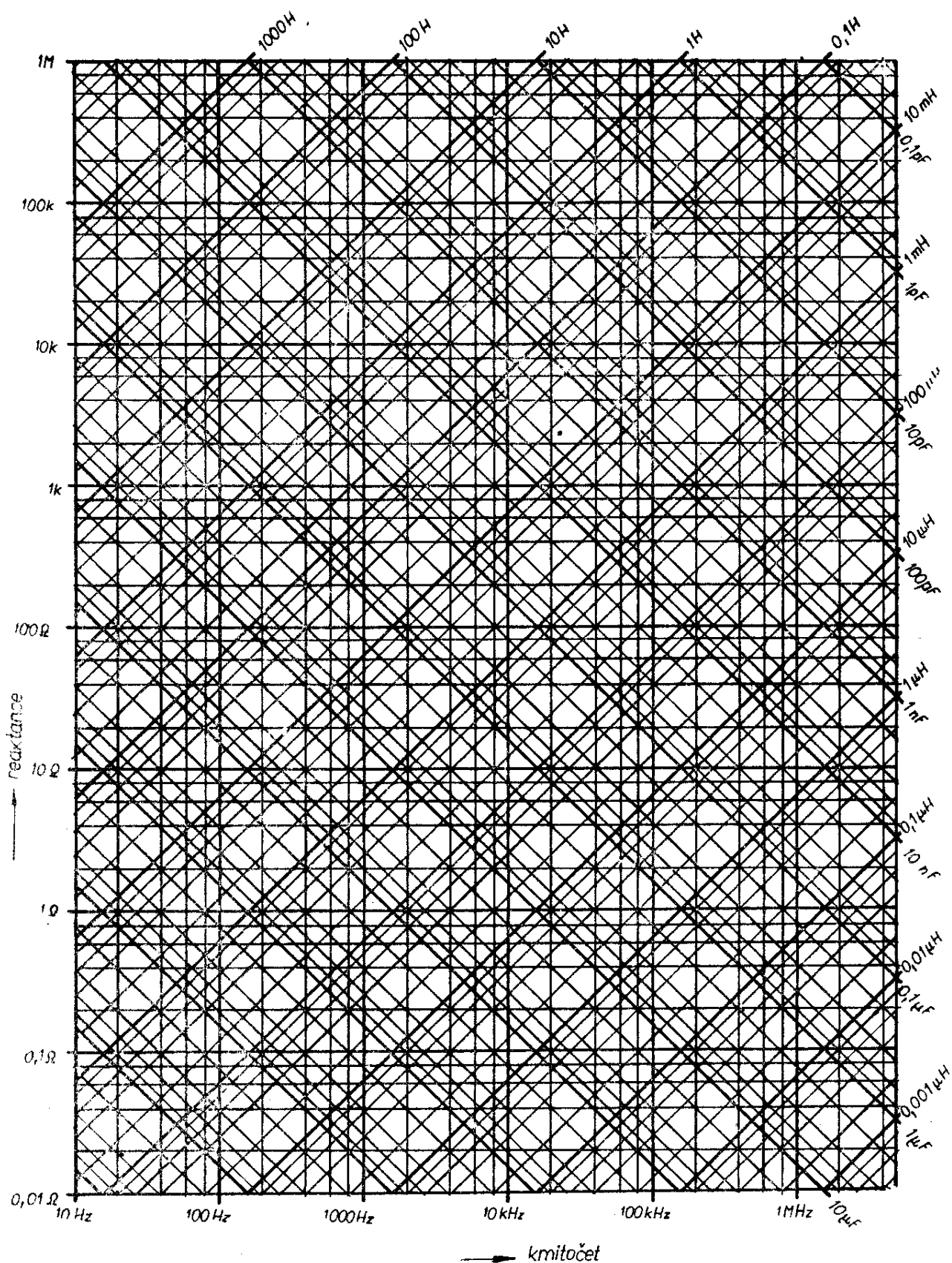
$d$  vzdálenost mezi deskami a

$C$  kapacita.

Na základě tohoto vztahu byl vypracován nomogram na obr. 72. Při použití

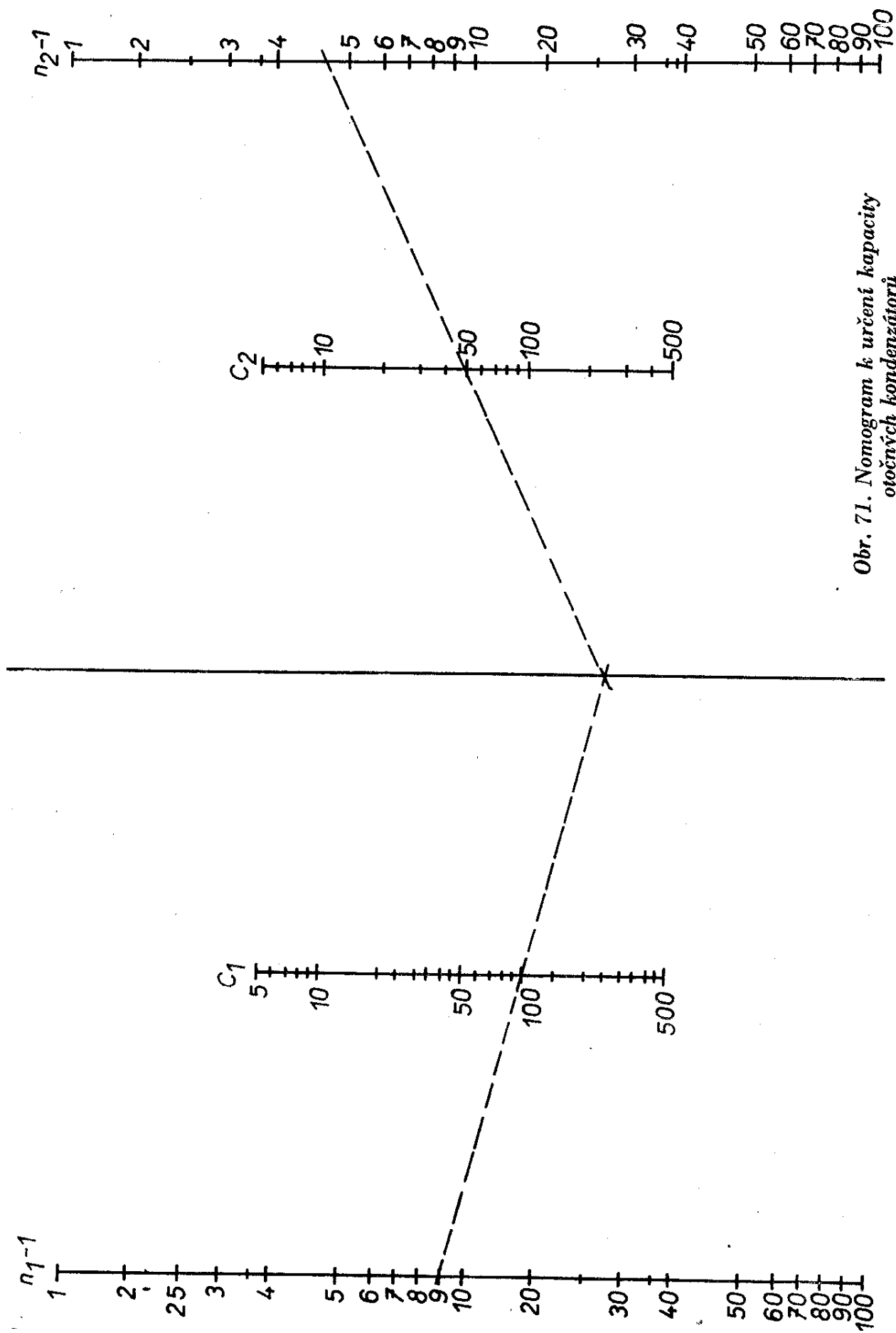
nomogramu je však třeba mít na zřeteli dvě omezení: Kondenzátor musí mít vzduchové dielektrikum (permitivita  $K = 1$ ) a jeho desky musí být kruhové (přesněji musí mít tvar půlkruhu). Pro rámcový odhad kapacity kondenzátoru lze však nomogram použít i tehdy, jsou-li desky jiného tvaru než kruhového; jako poloměr desky pak dosadíme aritmetický průměr nejmenšího a největšího poloměru desky.

K určení kapacity kondenzátoru nám tedy stačí tyto údaje:  $D$  – poloměr desky,  $d$  – vzdálenost sousedních desek,  $n-1$  – počet desek, zmenšený o 1; výsledná kapacita  $C$  bude v pikofaradech (pravá krajní svislá stupnice). Příklad: Mějme kondenzátor se sedmi deskami ( $n-1 = 6$ ) a se vzdáleností desek  $d = 0,7 \text{ mm}$ . Poloměr desek je  $2,3 \text{ cm}$ . Na levé krajní stupnici najdeme bod, odpovídající počtu desek  $n-1$ , tento bod spojíme s příslušným bodem na stupnici pro poloměr desek, spojnice protne pomocnou přímku v určitém bodu. Z tohoto bodu vedeme spojnicí s bodem na stupnici pro vzdálenost desek. Tato spojnice protne stupnici pro kapacitu kondenzátoru – v našem případě je kapacita kondenzátoru asi  $17 \text{ pF}$  – což se při kontrole skutečného kondenzátoru na kapacitním můstku ukázalo jako poměrně

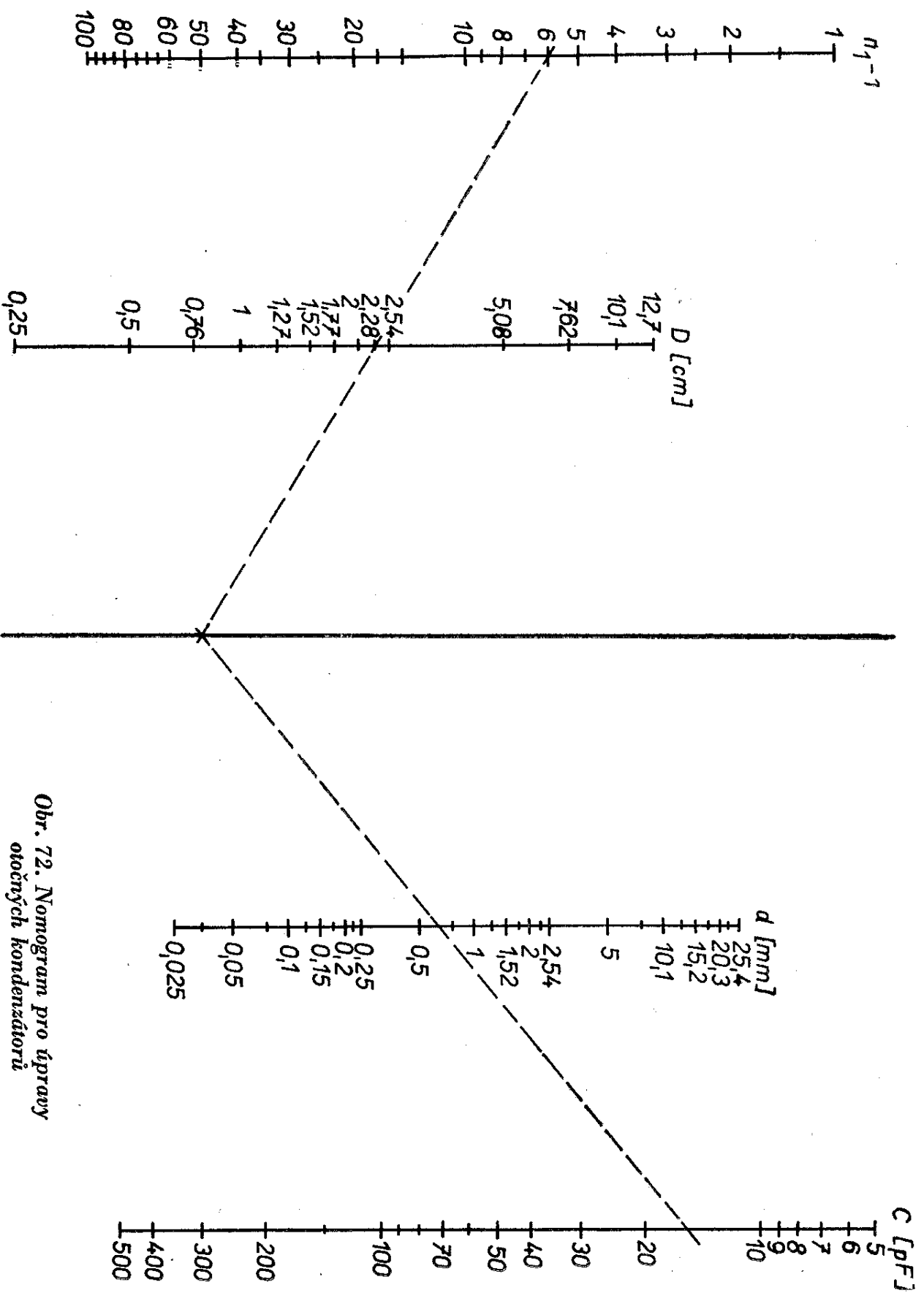


Obr. 70. Nomogram reaktanci

$$58 \cdot \frac{4}{71} R_K$$



Obr. 71. Nomogram k určení kapacity  
otočných kondenzátorů



Obr. 72. Nomogram pro úpravy  
otočných kondenzátorů

$$60 \cdot \frac{4}{\pi} R_K$$

přesný výsledek – skutečná kapacita kondenzátoru byla 16,7 pF.

Jak již bylo řečeno, lze nomogramem určit maximální kapacitu otočných kondenzátorů; minimální kapacitu lze pak ve valné většině případů odhadnout – bývá asi 10 % maximální kapacity. Tento hrubý odhad často stačí pro předběžné návrhy obvodů.

Velmi často se stává, že potřebujeme upravit (obvykle zmenšit) kapacitu ladicího kondenzátoru, který máme k dispozici. V tom případě lze určit počet plechů, které musíme z kondenzátoru odebrat, podle nomogramu na obr. 72.

Např. chceme z kondenzátoru s maximální kapacitou 100 pF, který má deset desek, udělat kondenzátor s kapacitou 50 pF, tj.  $C_1 = 100$  pF,  $n_1 - 1 = 9$ .

Z bodu 9 na levé krajní stupnici vedeme přímkou, procházející bodem 100 na stupnici pro kapacitu  $C_1$  původního kondenzátoru. Příмка protne pomocnou přímkou v určitém bodu, z něhož pak vedeme přímkou, procházející bodem pro zvolenou kapacitu upraveného ladicího kondenzátoru (stupnice pro  $C_2$ , v našem případě 50 pF). Spojnice bodů na pomocné přímce a bodu na přímce pro  $C_2$  (žádaná kapacita) protne pravou krajní stupnici v bodu, který určuje počet plechů kondenzátoru žádané kapacity, zmenšený o 1. Na nomogramu protne tato spojnice stupnici v bodu asi 4,5; skutečný počet plechů bude tedy  $4,5 + 1 = 5,5$ ; v praxi použijeme tedy 6 plechů. Z původních deseti plechů (pět rotor a pět stator) vyndáme tedy čtyři plechy (dva z rotoru a dva ze statoru).

### Nomogram k výpočtu laděných rezonančních obvodů

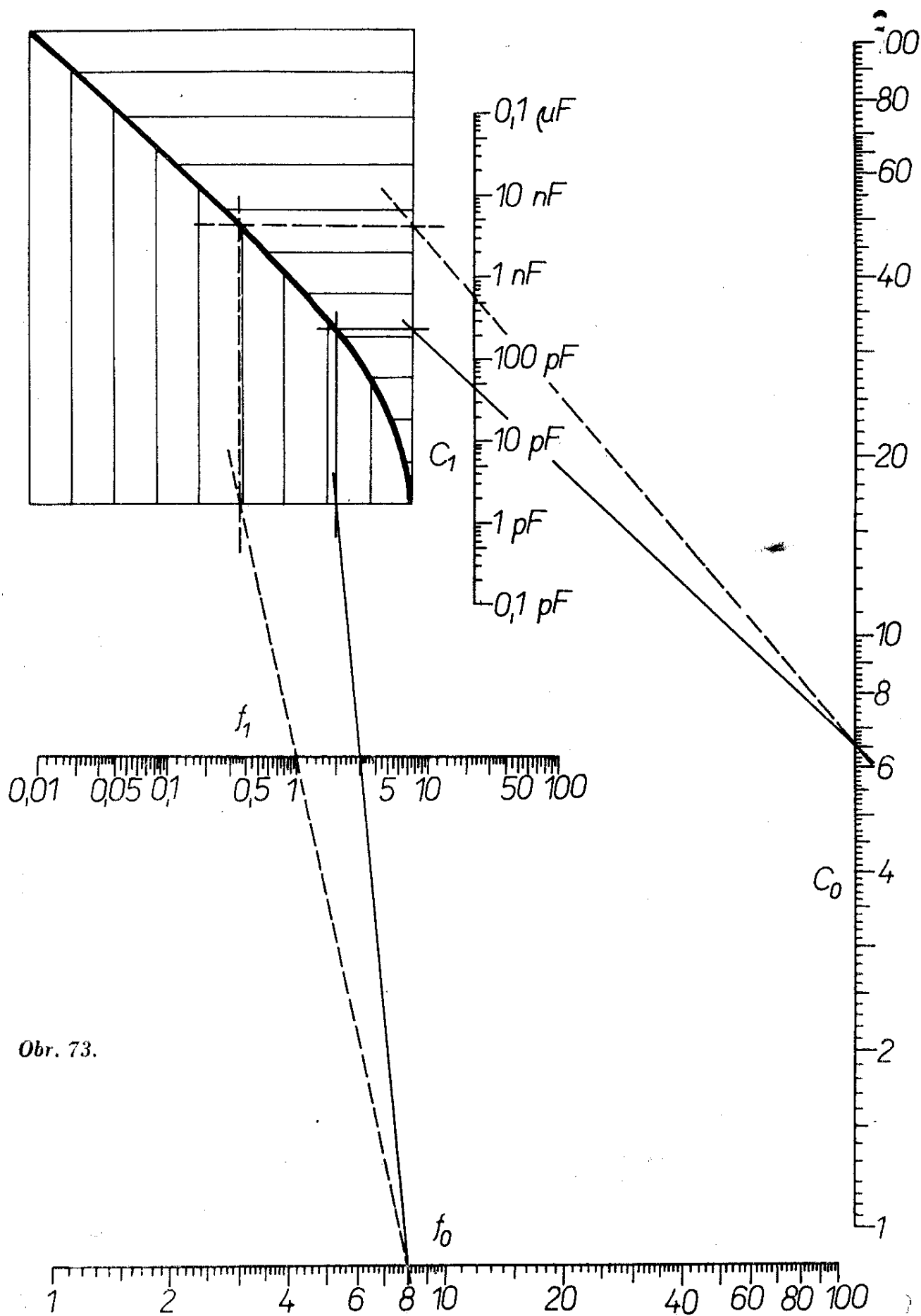
Použije-li se ladicí kondenzátor k ladění rezonančního obvodu ve zvoleném pásmu kmitočtů, bývá skutečný rozsah ladění jiný, než rozsah určený výpočtem. Nesnáze se zvětšují, použije-li se k určení indukčnosti při známé ladicí kapacitě běžný vztah k určení rezonance – takto určená indukčnost je totiž tzv. zdánlivá indukčnost, tj. parametr, který se mění s kmitočtem. Správné výsledky lze obdržet jedině tehdy, použijeme-li k výpočtu skutečnou indukčnost.

Poslední z nomogramů uvedených v tomto čísle RK dovoluje přesný návrh laděného rezonančního obvodu, aniž bychom museli pracně zjišťovat skutečnou indukčnost cívky. Nomogram lze užít v zásadě dvěma různými způsoby; příklady použití si podrobně uvedeme v dalším textu. V nomogramu se uvažují tyto veličiny:  $f_0$  – vlastní rezonanční kmitočet cívky, zjišťuje se např. grid-dipmetrem,  $f_1$  – kmitočet, na němž má obvod rezonovat,  $C_1$  – skutečná kapacita kondenzátoru, který spolu s cívkou bude rezonovat na kmitočtu  $f_1$ ,  $C_0$  – tzv. rozložená kapacita. (Protože cívka představuje v obvodu impedanci, bude na ní úbytek napětí; výsledné napětí mezi závity se jeví jako forma rozložené kapa-

city. Cívka se tedy musí v praxi uvažovat jako paralelní spojení ideální cívky a kondenzátoru. Toto paralelní spojení umožňuje měřit vlastní rezonanční kmitočet cívky).

Chceme-li použít nomogram (obr. 73), postupujeme takto: Nejdříve zjistíme (např. grid-dipmetrem) vlastní rezonanční kmitočet  $f_0$  cívky. Zjištěný údaj si vyznačíme na stupnici pro  $f_0$ . Na stupnici pro  $f_1$  si vyznačíme kmitočet, na němž má cívka s ladicím kondenzátorem rezonovat. Oba tyto body spojíme přímkou, která protne spodní vodorovnou osu obrazce v levém horním rohu nomogramu. V tomto místě vztyčíme kolmici, která protne křivku v obrazci. Z tohoto bodu vedeme rovnoběžku se spodní osou obrazce až na svislou osu obrazce. Z tohoto bodu vedeme spojnicí s bodem na stupnici pro rozloženou kapacitu  $C_0$ . Tato spojnice nám protne stupnici pro  $C_1$  v bodě, který udává skutečnou kapacitu ladicího kondenzátoru pro zvolený rezonanční kmitočet.

Neznáme-li kapacitu  $C_0$ , postupujeme tak, že nejprve zjistíme vlastní rezonanční kmitočet cívky, potom připojíme k cívce libovolný kondenzátor (paralelně) a zjistíme její rezonanční kmitočet. Tento



Obr. 73.

$$62 \cdot \frac{4}{71} R_K$$

rezonanční kmitočet vyznačíme na stupnici pro  $f_1$  a spojíme s příslušným bodem na stupnici pro  $f_0$  (vlastní rezonanční kmitočet cívky). Dále postupujeme stejně jako v prvním případě jen s tím rozdílem, že spojnice se svislé osy obrazce vedeme přes bod na stupnici pro  $C_1$ , odpovídající kapacitě paralelního kondenzátoru. Spojnice nám protne stupnici pro  $C_0$  v bodě, který odpovídá rozložené kapacitě cívky. Dále pak postupujeme jako v prvním případě.

Nomogram můžeme samozřejmě použít i k vyhledávání rezonančního kmitočtu, indukčnosti cívky atd., tj. obráceným způsobem.

Příklad použití je na nomogramu vyznačen. Určujeme kapacitu, potřebnou k rezonanci s danou cívkou na kmitočtu 1 MHz. Známe vlastní rezonanční kmitočet cívky ( $f_0 = 8$  MHz), neznáme však  $C_0$ ; připojíme-li paralelně kondenzátor 47 pF ( $C_1$ ), rezonuje obvod na kmitočtu 3 MHz ( $f_1$ ). Popsaným způsobem zjistíme, že rozložená kapacita je 6,5 pF ( $C_0$ ). Postupovali podle plné spojnice na nomogramu. Dále postupujeme ve shodě s popsaným způsobem podle přerušovaných spojníc na nomogramu. Výsledná ladící kapacita, při níž bude obvod rezonovat na kmitočtu 1 MHz je 580 pF.

## Obsah

### Vícerozsahové tranzistorové přijímače

Dvourozsahové přijímače . . . . .	2
Tří- a vícerozsahové přijímače . . . . .	4
Dvourozsahový přijímač se řízeným kmitajícím směšovačem . . . . .	12
Koncepce vstupní části moderních vícerozsahových přijímačů . . . . .	15
Integrované obvody v tranzistorových přijímačích . . . . .	20

### Konstrukční část

Dvourozsahový tranzistorový přijímač	
<i>Technické vlastnosti</i> . . . . .	35
<i>Popis zapojení</i> . . . . .	36
<i>Konstrukce přijímače</i> . . . . .	42

Literatura . . . . .	56
----------------------	----

### Nomogramy

Nomogram pro výpočet reaktance cívek a kondenzátorů . . . . .	57
Nomogram pro výpočet kapacity otočných kondenzátorů . . . . .	57
Nomogram pro výpočet rezonančního obvodu . . . . .	61

**RADIOVÝ KONSTRUKTÉR** – vydává vydavatelství MAGNET, Praha 1, Vladislavova 26, telefon 260651-9 ● Šéfredaktor ing. František Smolík ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, tel. 296930 ● Redakční rada: K. Bartoš, V. Brzák, ing. J. Čermák, CSc. K. Donát, L. Hlinský, ing. L. Hloušek, A. Hofhans, Z. Hradiský, ing. J. T. Hyan, J. Krémárik, ZMS, ing. J. Jaroš, K. Novák, ing. O. Petráček, A. Pospíšil, M. Procházka, ing. J. Vackář, CSc., laureát st. ceny KG., J. Ženíšek ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 4,50 Kčs, pololetní předplatné 13,50 Kčs, roční předplatné 27, – Kčs ● Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil MAGNET – administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Dohlédací pošta 07 ● Tiskne Naše vojsko, závod 01, Na valech 1, Praha – Dejvice ● Za původnost příspěvku ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 23. srpna 1971

© Vydavatelství Magnet Praha

## PRO ZLEPŠENÍ AKUSTIKY A DYNAMIKY PŘEDNESU

hudebních souborů, elektrofonických hudebních nástrojů,  
k ozvučení škol, závodů, úřadů i exteriérů při veřejných pro-  
jevech apod. slouží

## ZESILOVAČE

MUSIC 40 – přenosný celotranzistorový, nízkofrekvenční síťo-  
vý zesilovač. Možnost připojení 6 zdrojů nf signálů: mikrofon,  
gramofon, kytara 1 a 2 (elektrofonická), magnetofon. Připojit  
lze též dozvukové zařízení ECHOLANA a reproduktorové  
soustavy. Spotřeba ze sítě 70 W při výstupním sinusovém  
výkonu 30 W. Výstupní hudební výkon 40 W. Cena 2 870,-Kčs.

MONO 50 – obdoba Music 40 s větším výkonem. Rovněž  
možnost připojení 6 zdrojů nf signálů. Výstupní výkon 40 W,  
výstupní hudební výkon 50 W. Cena 2 200,- Kčs.

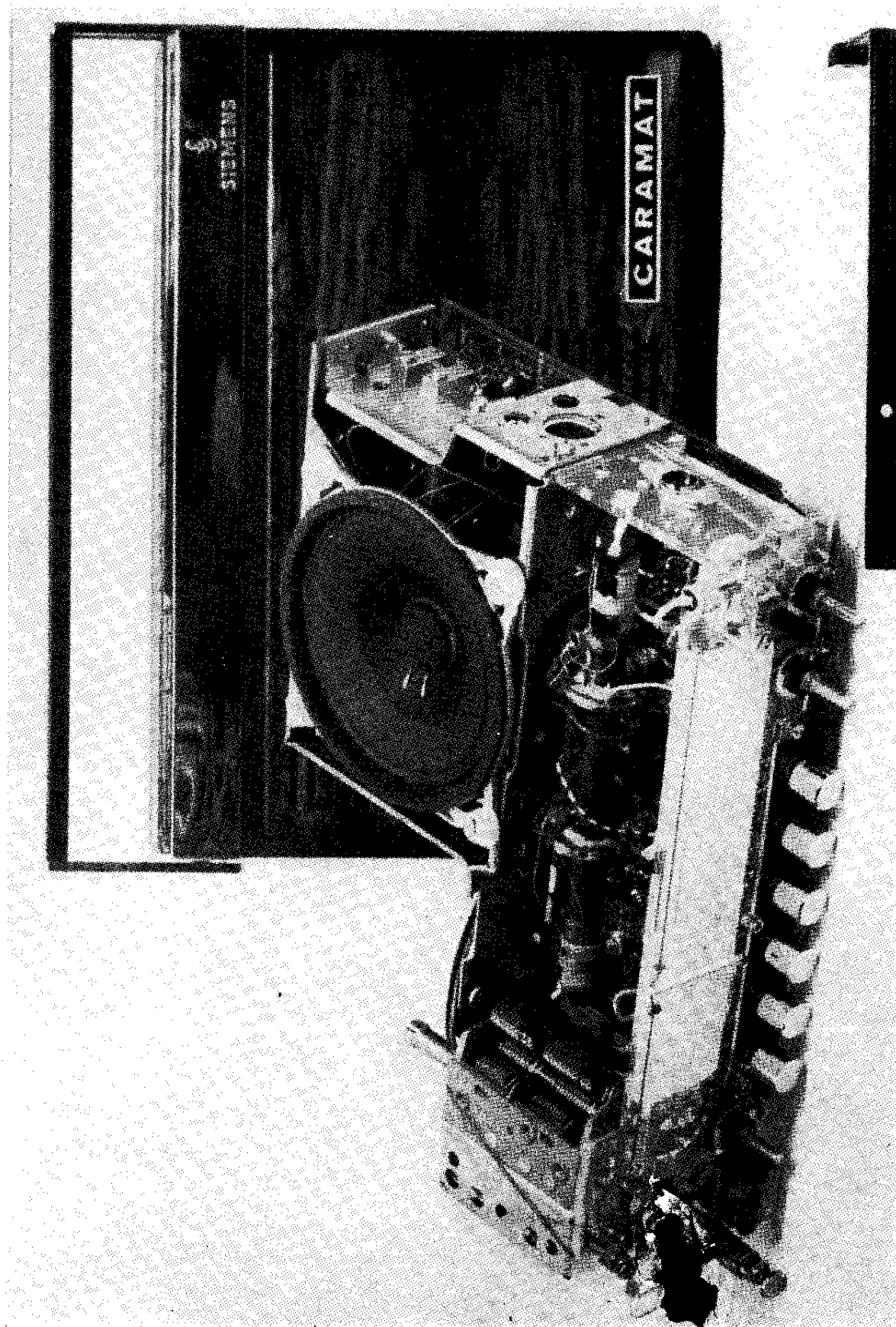
Podrobné informace včetně nezávazného předvedení si vy-  
žádejte přímo v prodejnách.

**TESLA** *dobré výrobky  
dobré služby*

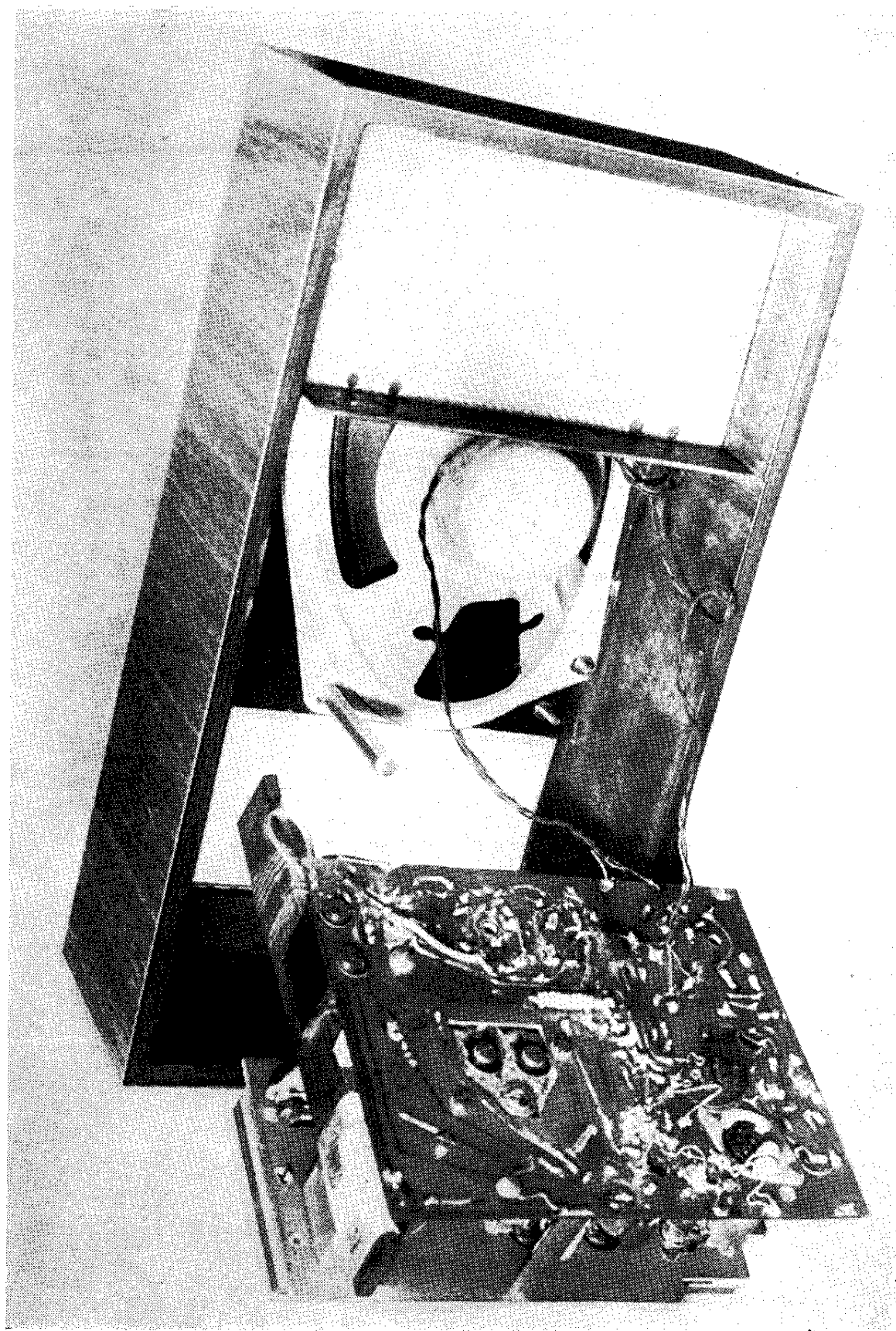
V PRODEJNÁCH TESLA A ELEKTRO

PODNIKU DOMÁCÍ POTŘEBY

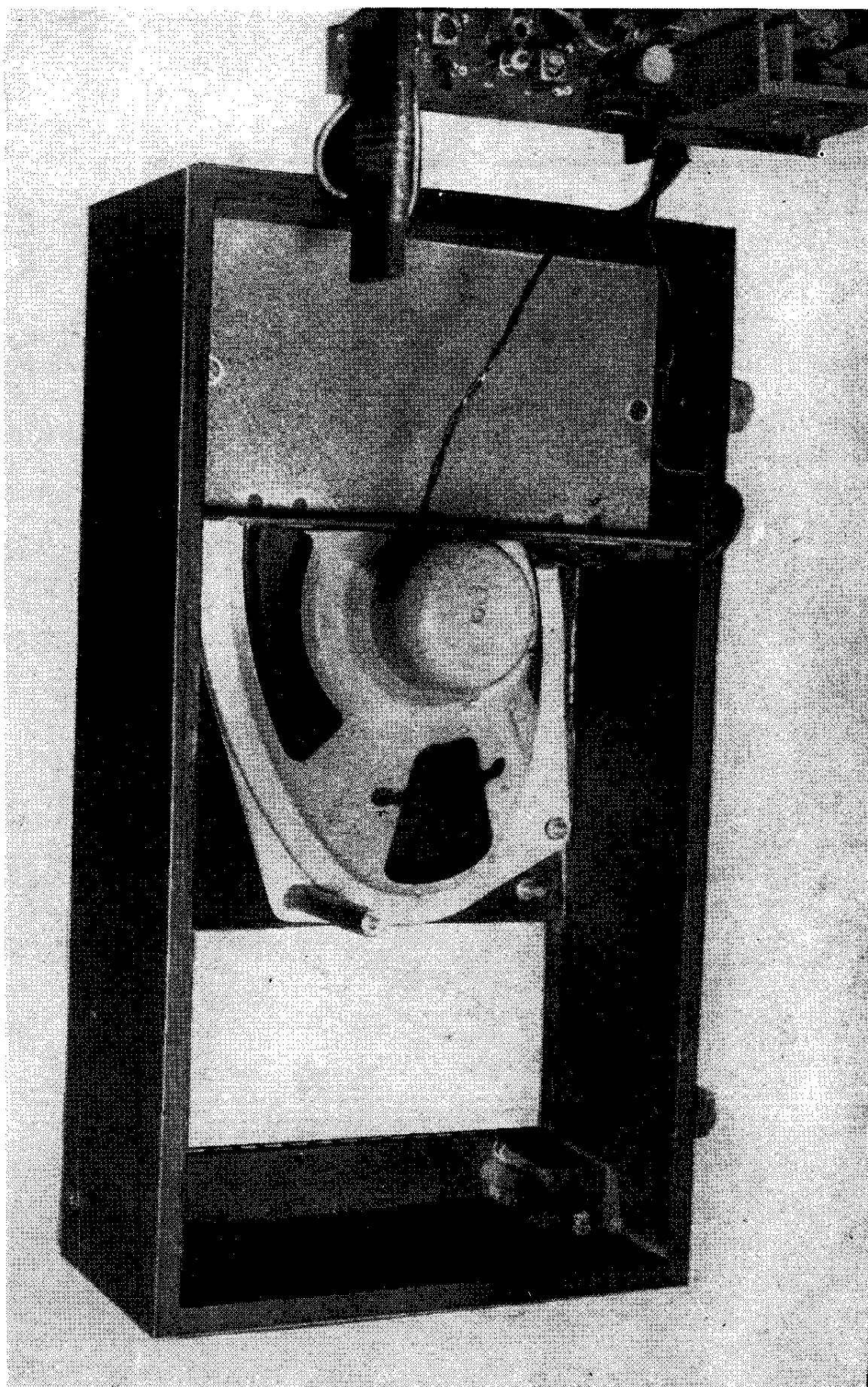




Obr. 7. Pohled na moderní kabelkový přijímač SIEMENS CARAMAT, jehož vlnové rozsahy se volí tlačítkovým přepínačem



*Skříň a šasi přijímače z obr. 41*



*Umístění reproduktoru a držáku baterií ve skříní přijímače z obr. 41*